



LAUREA

SIEMENPANKKITOIMINTA SUOMEN LUONNONKASVIEN ETÄSUOJELUMENETELMÄNÄ

● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●

Malin, Yaiza

2009 Hyvinkää

Laurea-ammattikorkeakoulu
Laurea Hyvinkää

SIEMENPANKKITOIMINTA SUOMEN LUONNONKASVIEN ETÄSUOJELUMENETELMÄNÄ

Laurea-ammattikorkeakoulu
Hyvinkää
Luonnonvara- ja ympäristöala
Kestävä kehitys

Tiivistelmä

Yaiza Malin

Siemenpankkitoiminta Suomen luonnonkasvien etäsuojelumenetelmänä

Vuosi

2009

Sivumäärä

42

Luonnon monimuotoisuus on huomattavasti vähentynyt viime vuosikymmeninä maailmanlaajuisesti muun muassa tehostuneen maanviljelyn ja teollisuuden vuoksi. Tästä seurauksena monet luonnonvaraiset kasvilajit ovat sukupuuton partaalla. Yksi suurimmista ongelmista on kasvilajien perimän köyhtyminen eli geneettinen eroosio, mistä voi seurata peruuttamattomia ongelmia myös ihmisille.

Lajien suojelemiseksi on kaksi päälähestymistapaa: *in situ* lähisuojaus tarkoittaa monimuotoisuuden osien suojelua niiden alkuperäisillä elinalueilla. *Ex situ* etäsuojelu on biologisen monimuotoisuuden osien suojelua luonnonympäristön ulkopuolella. Etäsuojelu täydentää lähisuojausta ja sen tarkoitus on suojella etenkin lajien geneettistä perimää. Suojelutoimien tarpeellisuus on tunnustettu YK:n kansainvälisessä monimuotoisuussopimuksessa (Rio de Janeiro 1992) sekä kansainvälisessä kasviensuojelustrategiassa (2002) joka on Rion sopimusta laajentava osa.

Etäsuojelutoimien merkitys on viime aikoina kasvanut. Siemenpankkitoiminta on tutkituin ja usein tehokkain kasvien etäsuojelumenetelmä. Suomessa ei ole ennestään siemenpankkia, mutta se on suunnitteilla Kumpulan kasvitieteelliseen puutarhaan vuoden 2009 aikana. Hankkeen taustalla on Helsingin yliopiston liittyminen vuonna 2006 Euroopan luonnonvaraisten kasvien siemensuojeluverkostoon (ENSCONET) joka on osa Rion monimuotoisuussopimuksen (1992) käytännön toimia. Verkostoon liittymisen myötä Suomen osalta tehtiin vuosien 2007 ja 2008 aikana keruulista, johon koottiin kaikkein kiireellisimminkin siemenpankkiin säilöttävät kasvilajit sekä kartoitettiin siemenpankkitoimintaan tarvittavat varastoimis- ja muut tilat vuoden 2008 lopulla.

Tässä opinnäytetyössä on sekä teoreettinen että toiminnallinen osuus. Toiminnallisessa osuudessa suunnittelin miten puutarha tiedottaa yleisölle siemensuojeluverkostoon liittymisestään. Teoreettinen osuus käsittelee siemenpankkitoimintaa Suomen luonnonkasvien etäsuojelumenetelmänä. Siemenpankkitoiminnalla tarkoitetaan kuivattujen siementen varastointia alhaisessa lämpötilassa. Punainen lanka on siemenpankkitoiminnan vaiheet joihin kuuluvat siementen keruu, puhdistus, kuivaus, testaus, pakkaaminen ja varastointi. Menetelmä soveltuu hyvin Suomen luonnonvaraisten kasvien etäsuojelutoimeksi, sillä suurin osa Euroopan luonnonvaraisista kasveista tuottaa siemeniä jotka kestävät kuivattamista ja soveltuvat siten siemenpankkiin säilöttäväksi (Orthodox).

Opinnäytetyön tavoitteena on toimia apuvälineenä siemenpankkitoiminnan aloittamisessa Kumpulan kasvitieteellisessä puutarhassa. Siemenkokoelmien tavoite on tukea lajien selviytymistä luonnossa. Siemenet säilyvät vuosikymmeniä ja jopa vuosisatoja jos pitkäaikaissäilytystä edeltävät toimenpiteet ovat tehty ohjeita noudattaen ja varastointi tapahtuu oikein. Suojelukokoelmien tavoite on, että niistä voidaan tulevaisuudessa istuttaa kasveja takaisin luontoon eikä populaatioiden selviytyminen ole riippuvainen enää ihmisten toimenpiteistä. Laadukkailla siemenkokoelmilla, joilla on laaja geneettinen perusta tällaiset tavoitteet on mahdollista saavuttaa.

Asiasanat: siemenpankki, geenipankki, biodiversiteetti, etäsuojelu, monimuotoisuussopimus

Yaiza Malin

Seed banking of wild plant species in Finland

Year	2009	Pages	42
------	------	-------	----

In the last centuries, as a consequence of e.g. accelerating agricultural expansion and intensification and urbanisation biodiversity has been considerably reduced, resulting in extinction or threat to a number of native plant species. One of the biggest concerns is the genetic erosion which may cause several problems for humans too.

There are two major approaches to conservation of biodiversity and plant genetic resources: *in situ* and *ex situ* conservation, which complement each other. *In situ* means "on site", so *in situ* conservation is the conservation of species diversity within normal and natural habitats and ecosystems. *Ex situ* conservation means "off-site" and is the conservation of components of biological diversity outside their natural habitats. It is generally used to safeguard species or populations that are present or are potentially in danger of physical destruction, replacement or genetic deterioration. The need of conservation acts is recognized in the Convention on Biological Diversity (Rio de Janeiro 1992) and in the International Plant Conservation Strategy (2002) which is a part of convention.

In situ conservation within protected habitats must remain the primary means by which our wild plant species are conserved. However, the role of *ex situ* preservation is increasing. Seed banking is the most researched and usually the most efficient and effective form of long-term storage of plant germplasm of orthodox seeded species. Seed banking means storing seeds in low temperature. In Finland we do not have a seed bank yet, but it is going to be founded in the Kumpula Botanic garden of Helsinki University during 2009. European native seed conservation network (ENSCONET) is behind this. It was established 2004 and Helsinki university joined the network in 2006. After this the list of the most endangered wild plant species was made during 2007 - 2008. In the end of year 2008 the possible facilities for seed banking were mapped in the Kaisaniemi and Kumpula botanic garden.

This thesis consists of theoretical and functional parts. In the functional part I planned how the botanic garden tells for customers about joining the seed conservation network ENSCONET. Theoretical part explores seed banking of wild plant species in Finland. The main aim is to process the seed banking procedures: collecting, cleaning, drying, testing, packaging and storing. This method fits for wild plants of Finland because most of the European flora produces "orthodox" seeds. They are seeds that can be dried to low moisture contents without damage.

The purpose of this thesis is to be one of the tools when seed banking takes place in Kumpula botanic garden. Seed conservation aims to support species survival in the wild. This can be achieved by seed collections of high quality and reintroduction. Seeds keep their viability for decades if the banking process is done properly. The goals of reintroduction are to increase both plant and population numbers and create self-sustaining populations. Quality seed collections with a broad genetic base are required to achieve this goal.

Key words: seed bank, gene bank, biodiversity, off site conservation, convention on biological diversity

Sisälllys

1 Johdanto	<u>5</u>
2 Suomen kasviston suojelu	<u>7</u>
2.1 Kansainväliset sopimukset	<u>8</u>
2.2 Etäsuojelu kasvien suojelukeinona	<u>9</u>
3 Keskeiset siemenpankkihankkeet	<u>10</u>
3.1 Pohjoismainen geenipankki	<u>11</u>
3.2 Huippuvuorten siemenholvi	<u>11</u>
3.3 Millenium seed bank project	<u>11</u>
3.4 ENSCONET	<u>12</u>
3.4.1 Helsingin yliopisto ENSCONET hankkeessa	<u>12</u>
4 Siemenpankkisäilöntä	<u>14</u>
4.1 Siemen ja lepotila	<u>15</u>
4.2 Siementen keruu	<u>16</u>
4.3 Puhdistus	<u>17</u>
4.4 Kuivaus	<u>18</u>
4.5 Testaus	<u>19</u>
4.6 Pakkaaminen ja varastointi	<u>20</u>
4.7 Takaisin istuttaminen luontoon	<u>21</u>
5 Valistustyö osana opinnäytetyötä	<u>21</u>
5.1 Siemennäyttely ja infopiste	<u>21</u>
5.2 Verkkosivut	<u>25</u>
5.3 Esite	<u>26</u>
5.4 Juliste	<u>27</u>
6 Päätelmiä	<u>27</u>
Kuvat	<u>30</u>
Lähteet	<u>31</u>
Liitteet	<u>33</u>

1 Johdanto

Luonnon monimuotoisuus eli biodiversiteetti on seurausta satojen miljoonien vuosien mittaisesta elämän kehityksestä eli evoluutiosta. Vuorovaikutussuhde ihmisen ja luonnon välillä tarkoittaa, että ekologinen, taloudellinen ja kulttuurinen hyvinvointimme on riippuvainen monimuotoisuuden säilymisestä ja suojelemisesta. Kasvit ovat välttämättömiä maailman ekosysteemien toiminnalle ja ihmisten hyvinvoinnille, sillä niistä saadaan ruokaa, lääkkeitä, suojaa, vaatteita ja polttoaineita.

Huolimatta riippuvuudestamme olemme ylittäneet kriittisen pisteen. Ihmisen luontoon kohdistama paine on moninkertaistunut viimeisen sadan vuoden aikana ja huomattava osa maapallon eliölajeista on tullut uhanalaisiksi pitäen sisällään jopa 100 000 kasvilajia (Global Strategy for Plant conservation 2002). Uhanalaisuuden merkittävin syy on elinympäristöjen tuhoutuminen intensiivisen maatalouden, metsätalouden, teollisuuden ja saastumisen takia. Myös ilmastonmuutos uhkaa luonnon monimuotoisuutta, sillä eliöiden sopeutumiskyky nopeasti tapahtuviin elinympäristön muutoksiin on rajallinen. Monimuotoisuuden hävitessä uhkana on luonnossa pitkän ajan kehityksen tuloksena syntyneiden monimutkaisten vuorovaikutusketjujen rikkoutuminen.

Monimuotoisuuden suojelemiseksi on kaksi päälähestymistapaa: *in situ* lähisuojelu ja *ex situ* etäsuojelu. Lähisuojelu tarkoittaa biologisen monimuotoisuuden osien, eli geenien, lajien ja ekosysteemien suojelua niiden alkuperäisessä ympäristössä, esimerkiksi luonnonsuojelualueet ja perinnemaisemien ennallistaminen ketoja niittämällä. Etäsuojelu tarkoittaa biologisen monimuotoisuuden osien suojelua niiden luonnonympäristön ulkopuolella sisältäen esimerkiksi kasvitieteellisten puutarhojen elävät kokoelmat ja siemenpankit.

Etä- ja lähisuojelu ovat toisiaan täydentäviä suojelumenetelmiä. Niiden tarpeellisuus on kirjattu Suomen allekirjoittamaan monimuotoisuutta koskevaan Rion yleissopimukseen (1992) sekä kansainväliseen kasviensuojelustrategiaan (Global strategy for plant conservation 2002) joka on Rion sopimusta laajentava osa. Monimuotoisuussopimus velvoittaa allekirjoittaneita maita maapallon ekosysteemien, eläin- ja kasvilajien sekä niiden sisältämien perintötekijöiden monimuotoisuuden suojeluun ja suojelutoimiin ryhtymiseen eli toimenpiteisiin uhanalaisien lajien elvyttämiseksi ja palauttamiseksi sekä turvaavan lajien ”suotuisan suojelun tason”. Kasvitieteellisillä puutarhoilla on suuri rooli monimuotoisuussopimuksen täytäntöönpanossa ja niiden rooli suojelutyössä on viime aikoina kasvanut.

Helsingin yliopiston Kasvitieteelliseen puutarhaan Kumpulaan on perusteilla luonnonvaraisten kasvien siemenpankki vuonna 2009 osana Rion monimuotoisuussopimuksen käytännön toimia. Luonnonvaraisten kasvilajien suojelu on alkanut kasvitieteellisissä puutarhoissa 1980 luvulla

(Puchalski 2004, 24) ja juontaa juurensa viljelykasvien siementen säilömiseen, mutta Suomessa ei ennestään ole siemenpankkia. Hankkeen taustalla on Helsingin Yliopiston kasvitieteellisen puutarhan liittyminen vuonna 2006 Euroopan luonnonvaraisten kasvien siemensuojeluverkostoon ENSCONET:iin, joka perustettiin vuonna 2004.

Siemenpankkien ja muiden etäsuojelutoimien merkitys on kasvanut valtavasti. Muuttuvat olosuhteet, esimerkiksi ilmastomuutos tekevät etäsuojelukokeet yhä tärkeämmiksi. Niiden avulla lajien geneettinen perimä voidaan säilyttää ja geneettinen eroosio estää luontaisien elinpaikkojen kaventumisesta huolimatta. Siemenpankkitoiminta on tavanomaisia siemeniä tuottavien kasvien käytetyin ja usein myös tehokkain pitkän ajan etäsuojelukeino. Se tarkoittaa kuivattujen siementen varastointia alhaisessa lämpötilassa (-20 celsiusastetta). Siemenet säilyvät vuosikymmeniä ja jopa vuosisatoja kun prosessi keruusta varastointiin asti on tehty oikein. Siemenkokoelmien perimmäinen tavoite on, että niistä voidaan palauttaa lajeja takaisin luontoon eikä populaatioiden selviäminen ole enää riippuvainen ihmisten toimenpiteistä.

Sain opinnäytetyöni aiheen Helsingin yliopiston kasvitieteellisestä puutarhasta missä suoritin erikoistumisharjoitteluni kesän 2008 aikana. Aiheesta ei ole ennen tehty opinnäytetyötä. Työssäni on sekä toiminnallinen, että tieteellinen osio. Toiminnallisessa eli valistussuudessa suunnittelin, miten Helsingin yliopiston kasvitieteellinen puutarha tiedottaa yleisölle ENSCONET:ista eli Euroopan siemensuojeluverkostosta ja siihen liittymisestä. Se pitää sisällään ENSCONET esitteen, verkkosivut, julisteen ja siemennäyttely-infopisteen. Olen tehnyt myös valistussuudesta kirjallisen koosteen opinnäytetyöhöni tieteellisen osuuden perään.

Tieteellinen osuus käsittelee siemenpankkisäilöntää Suomen luonnonkasvien ja monimuotoisuuden etäsuojelumenetelmänä. Käyn aluksi läpi Suomen luonnonkasvien nykytilaa, monimuotoisuuden suojelukeinot ja suojelun poliittisen taustan. Sen jälkeen pureudutaan siemenen lepotilaan ja siemenpankkiprosessin vaiheisiin joita ovat keruu, puhdistus, kuivaus, testaus, pakkaaminen ja varastointi sekä lopuksi takaisinistutus luontoon. Aihetta käsitellään Suomen uhanalaisten luonnonkasvien näkökulmasta, joten esimerkiksi hedelmien käsittely on jätetty pois.

Henkilökohtainen tavoitteeni on, että työni toimii apuvälineenä siemenpankkitoiminnassa kasvitieteellisessä puutarhassa kun toiminnan suunnittelu todenteolla aloitetaan ENSCONET rahoituksen hakemisen, Kumpulan puutarhan avaamisprojektin ja kansainvälisen EURO GARD V kongressin jälkeen. Avajaiset ja kongressi ovat nyt keväällä 2009.

2 Suomen kasviston suojelu

Kasvit ovat maailman tärkein uusiutuva luonnonvara. Ne ylläpitävät kaikkea elämää maapallolla ja antavat meille muun muassa ruokaa, vaatteita, lääkkeitä, rakennusmateriaaleja ja polttoaineita. Tämän takia kasvien sukupuutto on aito uhka. Maailmassa on arviolta noin 300 000 kasvilajia. Näistä kolmasosa, uusimpien arvioiden mukaan jopa puolet on uhanalaisia (Helsingin yliopiston luonnontieteellinen keskusmuseo 2006).

Suomessa on noin 1300 putkilokasvilajia, joista noin 15 % on uhanalaisia. Uhanalaisten lajien II seurantaryhmä julkaisi kolmannen Suomessa tehdyn lajiston uhanalaisuuden arvioinnin vuonna 2000 ja seuraava on määrä julkaista 2010. Tarkastellusta putkilokasvilajistosta (1 240 taksonia) oli arviointia varten riittävät tiedot 1211 taksonista. Niistä 928 taksonia (76,8 %) on elinvoimaisia ja turvattuja, eikä niillä katsota olevan häviämiskäskyä lähitulevaisuudessa. Arvioiduista taksonista uhanalaisia on 180 (14,9 %) ja silmälläpidettäviä 93 (7,7 %). Uhanalaisten putkilokasvitaksonien joukossa on hyvin monenlaisia lajeja yhden esiintymän harvinaisuuksista laajalti levinneisiin taantuneisiin kasveihin. Ihmisen osin muovaamien ja ylläpitämien perinnebiotooppien eli niittyjen, laidunten ja hakamaiden kasvit ovat uhanalaisten putkilokasvien tärkein ryhmä (Putkilokasvien uhanalaisuuden arviointi 2002.)

Uhanalaiset kasvit ovat usein harvinaisia vain osassa levinneisyysaluettaan, esimerkiksi reuna-alueilla tai seuduilla missä esiintymisen edellytykset täyttyvät harvoin. Nämä maantieteelliset tai ekologiset reunapopulaatiot ovat kuitenkin merkittäviä lajin evoluution kannalta. Lajin koko levinneisyysalueen ja sen kattaman perinnöllisen ja ekologisen monimuotoisuuden säilyttäminen on tärkeää kasvien selviytymiselle ympäristön muuttuessa (Ryttäri & Kettunen 1997, 8.)

Uhanalaisuuden syyt ovat monet. Merkittävimpiä tekijöitä ovat maa- ja metsätaloudessa viime vuosikymmeninä tapahtuneet muutokset, eli perinteisen karjatalouden loppumisesta seurannut avointen alueiden umpeenkasvu sekä ojitus. Lisäksi rakentaminen, louhinta, asutus ja pitkän ajan kuluessa vaikuttavat kemialliset haitat ovat syynä kasvien uhanalaisuuteen (Putkilokasvien uhanalaisuuden arviointi 2002.)

Ilmaston lämpeneminen on useille lajeille todellinen uhka, joka koskee etenkin tunturien puurajan yläpuolisten alueiden kasveja. Jotkin lajit saattavat hyötyä lämpenemisestä, mutta UNESCO:n (The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) koordinoiman kansainvälisen tutkimusohjelman ITEX:n (International Tundra Experiment) tutkimusryhmä ennustaa, että pitkällä aikavälillä ilmaston lämpeneminen tulee merkitsemään alkuperäislajiston monimuotoisuuden vähenemistä arktisilla ja subarktisilla alueilla. Ilmaston lämpenemisen vaikutuksista ja aikataulusta Suomen kasvilajien uhanalaistumiseen ei kuiten-

kaan ole tarkkaa tietoa, joten sitä ei ole kirjattu uhkaksi yhdenkään lajin kohdalle viimeispään ympäristökeskuksen uhanalaisuustarkasteluun. Alttiimpia lämpötilan nousulle ovat kasvit joita luonnehtivat alhainen sietokyky kasvukauden aikaisille lämpötilan vaihteluille, suppea esiintymisalue ja pienet populaatiokoot (International Tundra Experiment 2002.)

Suojelutoimet ovat välttämättömiä ja niiden tavoitteena on säilyttää alkuperäisten ja vakiintuneiden lajien elinvoimaiset kannat ja levinneisyysalueet. Tavoitteena on myös lajien perinnöllisen muuntelun ja ekologisten tai alueellisten erilliskantojen säilyttäminen, jotta lajien sopeutumiskyky turvataan muuttuvissa olosuhteissa (Ryttäri ym. 1997, 26.)

2.1 Kansainväliset sopimukset

Suojelun onnistuminen edellyttää, että tunnemme riittävän hyvin esiintymien sijainnin, tilan ja uhkatekijät sekä kasvin kasvupaikkavaatimukset ja populaatiobiologiset ominaisuudet (Ryttäri ym. 1997, 8). Lisäksi monimuotoisuuden suojelemiseksi tarvitaan lainsäädäntöä. Luonnonsuojelulain (1996) lisäksi tarvitsemme kansainvälisiä sopimuksia, joista tärkeimpiä ovat Rion monimuotoisuussopimus (1992), sekä villieläimistön ja -kasviston kansainvälistä kauppaa koskeva yleissopimus CITES (1973) ja Euroopan luonnonvaraista eläimistöä ja kasvilajistoa koskeva Bernin yleissopimus (1979). Euroopan unionin luonnonsuojeludirektiivit aiheuttavat jäsenvaltioille sitovia luonnonsuojeluvuotteita. Natura 2000 on EU:n hanke, jonka tavoite on tukea luonnon monimuotoisuutta. Natura 2000 verkosto on valmistunut vuonna 2000 ja sen tarkoitus on turvata luontodirektiivissä määriteltujen luontotyyppien ja lajien elinympäristöjä.

Meillä on vastuu myös niin sanotuista kansainvälisistä vastuulajeista omien uhanalaisten lajiemme lisäksi. Ne tosin ovat usein päällekkäisiä. Suomen vastuulajit ovat lajeja, jotka ovat kotoperäisiä Suomelle tai Pohjois-Euroopalle. Vastuulajeiksi on myös valikoitunut lajeja, joiden kokonaislevinneisyys on suppea ja kanta harva. Vastuu merkitsee, että lajin seurantaa ja tutkimusta on tehostettava ja että lajin elinympäristö tulee ottaa huomioon maankäytön suunnittelussa (Suomen kansainväliset vastuulajit 2000.)

Suojelustrategioista tärkein on kansainvälinen kasviensuojelustrategia, Global strategy for Plant Conservation 2002. Strategia antaa ohjeet globaalilla ja paikallisella tasolla toimimiseksi kasvien suojelemiseksi, luonnon kestäväälle käytölle ja hyötyjen tasapuoliselle jakamiselle. Strategiaan on laadittu 16 suurta tavoitetta, jotka on tarkoitus saavuttaa vuoteen 2010 mennessä. Toimintasuunnitelmaa on tukemassa suuri joukko organisaatioita ja instituutioita: kasvitieteellisiä puutarhoja, geenipankkeja ja yliopistoja (Global Strategy for Plant Conservation 2002.)

2.2 Etäsuojelu kasvien suojelukeinona

Käytännön tasolla kasvien ja monimuotoisuuden suojelemiseksi on kaksi päälähestymistapaa: *in situ* lähisuojaus ja *ex situ* etäsuojelu. Lähisuojaus tarkoittaa biologisen monimuotoisuuden osien, eli geenien, lajien ja ekosysteemien suojelua niiden alkuperäisessä ympäristössä. Käytännössä tämä tarkoittaa esimerkiksi luonnonsuojelualueiden perustamista ja perinnemaisemien ennallistamista niitolla ja laidunnuksella. Toinen lähestymistapa on lähisuojausta täydentävä etäsuojelu, joka tarkoittaa monimuotoisuuden osien suojelua niiden alkuperäisen ympäristön ulkopuolella eli esimerkiksi kasvitieteellisten puutarhojen elävät kokoelmat ja siemenpankit (Henry 2006, 7.)

Suojelumethodin valintaan vaikuttaa kasvilaji ja populaatio. Etäsuojelu siis täydentää lähisuojausta ja on paikallaan, kun on kyse harvinaisesta lajista joka kasvaa vain pieninä esiintyminä, jos arvokas kasvupaikka on uhattuna tai sen luontainen uudistuminen on epävarmaa (Hamblen 2004, 240.) Etäsuojelu on myös välttämätöntä sillä suojelualueiden perustaminen ei yksin riitä uhanalaisten kasvien säilyttämiseksi. Ilmaston muuttuessa *in situ* kasvupaikat voivat muuttua lajeille epäsoviksi tai kasvien populaatiot luonnossa ovat muuten uhattuja (Rytteri ym. 1997, 30.)

Suomessa lähisuojaus on vahvoilla verrattuna muuhun Eurooppaan, mutta etäsuojelun merkitys on kasvussa. Esimerkiksi Englannissa tilanne on toisin; lähes koko maan floora (99 %) on etäsuojeltu esimerkiksi tallettamalla siemenpankkiin, mutta koskemattoma luontoa ei juuri ole jäljellä (Manger 2008). Siemenpankin perustaminen Helsingin yliopiston kasvitieteelliseen puutarhaan tulee olemaan merkittävin Suomessa toteutettu luonnonkasvien etäsuojeluhanke.

Tärkein ja yleisin etäsuojelukeinoista on siemenpankkitoiminta, mihin tässä opinnäytetyössä keskitytään Suomen luonnonkasvien näkökulmasta. Muita etäsuojelumenetelmiä ovat elävät kokoelmat (kasvitieteelliset puutarhat ja peltogeenipankit), DNA pankit sekä *in vitro* menetit. Ne esitellään tässä vain lyhyesti.

Kasvitieteelliset puutarhat ovat elävien kasvien tieteellisiä kokoelmia, jotka ovat yleensä keskittyneet tietynlaisiin kasveihin, kuten trooppisiin, mauste- ja koristekasveihin. Vasta viime aikoina ne ovat alkaneet keskittyä uhanalaisiin kasvilajeihin. Kasvitieteelliset ovat yleisölle avoinna ja niillä on jatkuvasti kasvava rooli kasvien ja monimuotoisuuden suojelemisessa yleisövalistuksen lisäksi (IABGC 2000.)

Myös peltogeenipankit (field gene bank) ovat elävien kasvien suojele- ja tutkimuskokoelmia. Kasvullisesti lisättävillä kasveilla siementen säilyttäminen ei ole yleensä tarkoituksenmukaista, koska kiinnostuksen kohteena ovat valitut kloonit. Tällaisia kasveja on suojeltu kloonikokoelmina koekentillä, joka on paljon työtä vaativa menetelmä (Rousi 1997, 47.)

DNA pankeissa (DNA bank / storage) säilytetään eläinten ja kasvien DNA näytteitä. Suurin ja kattavin kasvien geneettistä perimää suojeleva DNA pankki (Plant genetic resources DNA bank) on Englannissa, The Royal Botanic Gardens, ja sisältää yli 20000 DNA näytettä kaikista kasviheimosta, Kts. <http://data.kew.org/dnabank/introduction.html> (Vicente & Andersson 2006, 2.)

In vitro metodit (niin sanotut lasipurkkikasvatus menetelmät) ovat etäsuojelun keinoja, jotka sopivat uhanalaisten kasvien lisäämiseen vähän tai kosteita siemeniä tuottaville ja pitkän elämänsikerran omaaville kasveille, sekä kasvullisesti lisääntyville lajeille. *In vitro* solukkoviljelymetodeihin kuuluvat kasvusolukkoviljelmät (meristem cultures) ja mikrolisäys (micro propagation) sekä mukulan lisääminen (in vitro tuber induction) (Henry 2006, 15 - 16). Mikrolisäys eli solukkolisäys tarkoittaa kasvien lisäämistä aseptisissä olosuhteissa, joissa kasvit jäävät hyvin pieniksi. Mikrolisäyksessä lisäämisen lähtöaineistoksi riittää parhaassa tapauksessa yksi ainoa silmu, josta voidaan saada tuhansia emokasvin kopioita. Menetelmä vaatii puhdistilat: kaikki työskentely tapahtuu laminaari virtauskaapissa steriileillä työvälineillä. Solukkoviljelyn, etenkin kasvupisteviljelyn haasteena ovat etenkin geneettiset muutokset joita tapahtuu sitä enemmän, mitä pitempään solukkoviljelyä jatketaan (Rousi 1997, 47.)

Kryosäilytys (cryopreservation), tarjoaa pitkän ajan säilytysmahdollisuuden solukkonäytteille. Solukkoviljelmät säilötään hyvin kylmässä, yleensä noin - 196 celsiusasteen nestemäisessä työssä (Henry 2006, 18.) Tällöin elintoiminnot pysähtyvät kokonaan eikä geneettisiä muutoksia tapahdu. Nestetyössä on säilytetty muun muassa perunan versonkärkiä kasvupistelisäystä varten (Rousi 1997, 47.) Kryosäilytys on erittäin tehokas, mutta kalliimpi ja tekniikkaa vaativa metodi.

3 Keskeiset siemenpankkihankkeet

Ensimmäiset siemenpankit perustettiin 1920 luvulla viljelykasveja varten, ja luonnonvaraisten kasvien siementen säilöminen aloitettiin kasvitieteellisissä puutarhoissa 1980 luvulla. Viljelykasvien siemenpankkitoiminta aloitettiin kun maatalouden modernisoitumisen ymmärrettiin suuresti köyhdyttävän viljelykasvien muuntelua (Puchalski 2004, 25.)

1960 luvulla kansainvälinen yhteisökin heräsi ja vuonna 1965 YK:n maatalous ja elintarvikejärjestö FAO perusti yksikön viljelyskasvien varojen talteen ottamiseksi. Tänä päivänä suurimman geenipankin muodostaa 18 eri puolilla maailmaa toimivaa kansainvälistä tutkimuslaitosta yhdessä, katto-organisaationaan CGIAR The Consultative Group on Agricultural Research, kts. <http://www.cgiar.org/>. Laitosten tarkoituksena on toimia etenkin

kehitysmaiden maatalouden kehittämiseksi. (Pelastuuko viljelykasviemme monimuotoisuus 1997.) Alueellisia siemenpankkeja on lisäksi runsaassa sadassa maassa joista seuraavaksi esitellään neljä keskeistä Euroopan sisällä toteutettua siemenpankkihanketta: pohjoismainen geenipankki, Huippuvuorten siemenholvi, Millenium seed bank – projekti ja ENSCONET.

3.1 Pohjoismainen geenipankki

Viisi pohjoismaata perusti vuonna 1979 yhteisen Pohjoismaisen geenipankin (NordGen, entinen Nordiska Genbanken) mikä on osoittautunut viisaaksi ratkaisuksi. Sen toimialana ovat kaikki Pohjoismaissa viljelty pelto- ja puutarhakasvit. Kloonisäilytyksistä suurin osa on hedelmäpuita ja marjakasveja. Geenipankin pääpaikka on Alnarpissa, Skånessa. Ruokakasvien siementen säilyttäminen on jo kauan ollut keskeistä koko maailman pyrkimyksissä ylläpitää maailmanlaajuisia biologista monimuotoisuutta. Toimenpiteet ovat tarpeen sopeuduttaessa ilmastonmuutoksen aiheuttamiin vaikutuksiin varmistaen maailman väestön ruuansaanin vielä kaukana tulevaisuudessakin (NordGen 2009)

3.2 Huippuvuorten siemenholvi

Huippuvuorten siemenholvi eli tuomiopäivän holvi on otettu käyttöön vuonna 2008 ja sijaitsee Norjalle kuuluvilla Huippuvuorilla (Svalbard). Siemenpankin rakentamisen on kustantanut Norjan valtio ja sen toiminnasta vastaa Yhdistyneiden kansakuntien elintarvike- ja maatalousjärjestön ja useiden tutkimusjärjestöjen yhdessä perustama säätiö. Holviin talletetaan hyötykasvien siemenet kaikkialta maailmasta. Se on kaikkien maailmassa toimivien siemenpankkien varsinainen varmuusvarasto ja keskuspankki niille varastoille, jotka voivat tuhoutua luonnonkatastrofeissa, ihmisten aiheuttamissa katastrofeissa tai joiden siemennäytteet jostain syystä tuhoutuvat. Varaston hallit ulottuvat 120 metrin syvyyteen Platåfjellet - tunturin sisuksiin. Tilaa on kaiken kaikkiaan 4,5 miljoonalle siemennäytteelle, jotka pakastetaan - 18 celsiusasteisiksi. Jos varaston jäädytysjärjestelmä jostain syystä pettäisi, Huippuvuorten ikirouta pitäisi huolen siitä, ettei lämpötila holveissa missään vaiheessa nousisi yli -4 celsiusasteen (Svalbard global seed vault 2008.)

3.3 Millenium seed bank project

Millenium seed bank project – vuosituhannen siemensuojeluhanke (tekstissä myöhemmin MSBP, kaikki lyhenteet on koottu liitteeseen neljä) on suuri kansainvälinen luonnonvaraisten kasvien suojeluprojekti ja ENSCONET verkoston jäsen. MSBP on suurin koskaan toteutettu kasvien etäsuojeluhanke. Hankkeessa ovat mukana muun muassa Australia, Kiina, Etelä- ja Pohjois-Afrikka ja sitä koordinoi Englannin kasvitieteellinen puutarha Royal Botanic Gardens, Kew. MSBP laitettiin alulle vuonna 2000 Englannissa Wakehurstin kartanossa Etelä - Sussexissa. Siemenkokoelma on maailman suurin; huhtikuussa 2007 pankissa oli miljardi talletettua

siementä. Projektin tavoitteena on kerätä ja tallettaa pankkiin 24 000 maailmanlaajuisesti uhanalaista kasvilajia, eli noin 10 % maailman floorasta, vuoteen 2010 mennessä. Lähes koko Englannin siemeniä tuottava luonnonvarainen floora on jo pankissa. Heidän asiantuntemuksensa ja tutkimustyönsä siemensuojelussa sekä-tekniikassa on maailman huippuluokkaa ja kehittyy jatkuvasti (Millenium seed bank project 2008.)

3.4 ENSCONET

ENSCONET, European Native Seed Conservation network eli Euroopan luonnonvaraisten kasvien siemensuojeluverkosto on perustettu vuonna 2004. Hanke on EU:n kuudennen puiteohjelman rahoittama eurooppalaisten kasvitieteellisten puutarhojen välinen kasviensuojeluhanke, jota koordinoi myös Englannin kasvitieteellinen puutarha eli Royal Botanic Gardens. Hankkeen tarkoituksena on kerätä ja varastoida Euroopan uhanalaisimmat luonnonvaraiset kukkakasvilajit siemenpankkeihin.

ENSCONET:n tavoitteena on vuoden 2009 lokakuun loppuun mennessä kartoittaa eurooppalaisissa siemenpankeissa jo säilössä olevat luonnonkasvilajit ja laatia kullekin Euroopan luonnonmaantieteelliselle vyöhykkeelle siemenkeruusuunnitelma puuttuvia uhanalaisia lajeja varten. Lisäksi verkoston piirissä on tarkoitus luoda yhteiset pitkän säilymisajan ja geeniperimän monimuotoisuuden takaavat siementen keruu- ja säilöntämenetelmät.

ENSCONET verkostossa on tällä hetkellä yhteensä 30 jäsenorganisaatiota 17 EU maasta. Ne edustavat suurinta osaa Euroopan luonnonmaantieteellisistä alueista. Aluejaon on tehnyt Euroopan ympäristökeskus ja siihen kuuluvat Atlantin-, alppi-, arktinen-, boreaalinen-, manner-, Makronesian-, Välimeren- ja pannoninen vyöhyke (ENSCONET 2008.)

3.4.1 Helsingin yliopisto ENSCONET hankkeessa

Helsingin yliopisto liittyi ENSCONET hankkeeseen vuonna 2006. Suomessa uhanalaisimpien luonnonkasvien keruulista on laadittu osana ENSCONET hanketta vuosien 2007 ja 2008 aikana ja tätä kirjoittaessani sen toteutusta suunnitellaan käytännössä. Suomella ja Norjalla on yhteinen lista, koska maat edustavat hankkeessa boreaalista luonnonmaantieteellistä vyöhykettä. Lisäksi Suomi osallistuu alpiinisen vyöhykkeen siemenkeruuseen, mutta vyöhykekohtaisen suunnitelman tekoa koordinoidaan Italiassa. Listan lajit valittiin uhanalaisuuden ja pohjoisen levinneisyyden perusteella. Tärkeän aseman saivat myös EU:n luontodirektiivissä mainitut lajit sekä kansainväliset vastuulajit (Miranto 2008.)

Suomessa ei ole ennestään siemenpankkia ja ensimmäisen siemenpankin perustamisen mahdollisuuksia on kartoitettu etenkin vuoden 2008 lopulla. Joulukuussa 2008

Kasvitieteelliseen puutarhaan saapui vierailija Englannin kasvitieteellisestä puutarhasta, Millenium seed bank project hankkeesta laboratorionjohtajana työskentelevä Keith Manger. Vierailun tarkoitus oli selvittää Kumpulan ja Kaisaniemen kasvitieteellisten puutarhojen soveltuvuutta siemenpankkitoimintaan. Keith Manger on asiantuntija siemenpankkitilojen suunnittelussa ja hän kiertää etenkin Kiinassa ja Afrikassa jakamassa asiantuntemustaan. Vierailustaan kasvitieteellisessä hän jätti raportin jossa tulee ilmi siemenpankkitoiminnan aloittamiseen tarvittavat tilat, välineet ja mistä ne hankitaan, hinnat sekä vaihtoehdot. Vierailusta selvisi, että Kaisaniemen puutarha sijaitsee liian lähellä meren pintaa siemenpankkia ajatellen. Kumpulassa olisi toiminnan aloittamiseen tarvittavat tilat eli huoneet siementen puhdistamiseen, kuivaamiseen, pakastamiseen ja idättämiseen (Manger 2008.)

Kumpulan tiloista suuri osa on kuitenkin toimistokäytössä ja siemenpankkitoiminnan aloittamista varten muut toiminnot olisi siirrettävä esimerkiksi rakennuksen yläkertaan. Toistaiseksi tilaratkaisut välineistöön tarvittava 10 000 - 20 000 euron rahoitus on epäselvää. Kasvitieteellisen puutarhan henkilökunta ponnistelee keväällä 2009 Kumpulan kasvitieteellisen puutarhan avaamisprojektin kanssa sekä kansainvälisen EURO GARD V kongressin järjestämisen parissa (molemmat suuret tapahtumat ovat kesäkuussa) joten siemenpankkitoiminnan varsinaista aloittamista on vielä hieman lykättävä

Siemenpankin perustaminen ei ole pelkästään varakkaiden laitosten mahdollisuus, vaan se on niin sanottua halpaa suojelua. Keith Manger on tehnyt töitä myös kehitysmaissa, missä toimivia siemenpankkeja on perustettu hyvin alhaisin kustannuksin. Myös Helsingin kasvitieteellinen puutarha voisi aloittaa pienimuotoisen siemensäilönnän Kumpulan puutarhan nykyisessä siemenlaboratoriossa, mutta avaamisprojektin jälkeen on järkevintä hakea suurempaa rahoitusta (Miranto 2008).



Kuva 1: Yaiza, ENSCONET suunnittelija Mari Miranto ja Englannista Millenium seed bank project hankkeesta laboratorionjohtaja Keith Manger. Kumpulan kasvitieteellinen puutarha 12/08. (Paula Havas-Matilainen 2008)

4 Siemenpankkisäilöntä

Siementen säilöminen siemenpankissa on kasvien käytetyin ja tehokkain pitkän ajan etäsuojelumetodi (Henry 2006, 10.) Siemenpankkitoiminnalla on paljon etuja, joista suurin verrattuna muihin etäsuojelun keinoihin on kustannustehokkuus. Lisäksi siementen keruulla näyttäisi olevan vähemmän vaikutusta populaatioiden kannan kasvun vaihteluun, kuin kokonaisten kasvien tai kasvinosien siirtämisellä (Cochrane, Crawford, & Monks. 2007. 9). Siemenet ovat myös pienen kokonsa vuoksi helpompi käsitellä, kuljettaa, säilöä ja varastoida ja kuitenkin niistä on mahdollista kasvattaa täysin elinkelpoisia täysikasvuisia yksilöitä. Toiminta turvallista, edullista, säilötyt siemenet ovat puhtaita ja tautivapaita. Lisäksi melko suuria osia monimuotoisuutta voidaan suojella, eikä kokoelmiin vaikuta ympäristökatastrofit, taudit tai tulvat (Henry 2006, 10 - 11.) Siemenpankkitoiminnan avulla voidaan tutkia, suojella ja pelastaa kasvilajeja sekä opastaa ja valistaa ihmisiä.

Siemenpankin suurimmat haasteet ovat siinä, että vain tietynlaiset siemenet kestävät varastoimista. Siemenet jaetaan kuivattamista kestävien ominaisuuksien perusteella vaikeasti säilöttäviin siemeniin (Recalcitrant), sekä helposti säilöttäviin, tavanomaisiin siemeniin (Orthodox). Tavanomaiset siemenet voivat säilyä itämiskykyisinä vuosikymmeniä tai -satoja viileässä ja kuivassa ympäristössä. Noin 80 % maailman kukkivista kasveista tuottaa tällaisia tavanomaisia ja varastoimista kestäviä siemeniä, myös suurin osa Suomen ja muun Euroopan luonnonvaraisista kasveista. Ulkopuolelle ei jää paljon kasveja, mutta monet ulkopuolelle jäävistä ovat taloudellisesti tärkeitä, kuten kumi (*Hevea brasiliensis*), kaakao (*Theobroma*

cacao), kahvit (*Coffea*) ja kookos (*Cocos nucifera*) On myös olemassa siemeniä, joiden käsittely- ja säilytysominaisuudet ovat tavanomaisten ja kosteiden siementen väliltä (Intermediate) (Henry 2006, 11.)

4.1 Siemen ja lepotila

Siemen muodostuu yleensä kolmesta osasta: alkioista, ravintovarastosta ja kuoresta. Alkion kehitys alkaa siemenaiheesta hedelmöityksen jälkeen. Ravintovarastona on proteiinia ja rasvaa tai tärkkelystä. Ravinto on varastoitunut siemeneen itämistä ja taimen kasvua varten lukuun ottamatta kaikkein pienimpiä siemeniä, joilla ei ole ravintovarastoa ollenkaan. Vararavinnottomia siemeniä on loiskasveilla ja eräillä kämmekkälajeilla (*Orchidaceae*) (Fagerstedt, Koivunen, Linden & Santanen 2008, 25.)

Siemenet palvelevat montaa tehtävää siemenkasvin kehityksessä. Niiden alkuperäinen tehtävä on huolehtia lajin säilymisestä sukupolvesta toiseen sekä toimia kasvin leviämiseliminä. Kasvit eivät liiku paikaltaan, joten siementen kulkeutuminen on niille paras tapa levittäytyä uusille elinalueille. Näitä tarkoituksia varten kasveihin on kehittynyt huomattava joukko sopeutumia. Siementen on säilyttävä elinkykyisinä melko kauan senkin jälkeen kun ne ovat irronneet emokasvista, ja toiseksi siementen lepoaikojen on oltava eripituisia. Lisäksi siemenet ovat erikoistuneet leviämään joko omatoimisesti, veden, tuulen tai eläinten mukana (Kallio 1980, 1772.)

Vaikka olosuhteet olisivat suotuisat, siemenet eivät monesti idä heti emokasvista maahan pudottuaan, vaan menevät lepotilaan eli dormanssiin. Levon tarkoitus on auttaa siementä kestämaan äärimmäisiäkin olosuhteita ja säilyttämään silti elinvoimansa, sillä lajin säilyminen on riippuvainen siemenen itämisestä. Jos siemenet itäisivät samanaikaisesti ja jos olosuhteet muuttuvatkin huonoiksi kaikki taimet saattaisivat kuolla. Lepotila on luonnon tapa estää siementä itämisestä vain tilapäisesti suotuisissa olosuhteissa, kuten esimerkiksi poikkeuksellisen lämpimänä syksynä (Baskin & Baskin 2001, 29; Konttinen, 1995, 10 - 11.)

Lepotila johtuu esimerkiksi siemenkuoresta (dormancy caused by embryo coverings) tai kasvialkion kehittymättömyydestä (embryo dormancy) (Bradbeer 1992, 39.) Kovasta, vettä ja kaasuja läpäisemättömästä siemenkuoresta johtuvan lepotilan päättymiseen luonnossa vaikuttavat monet tekijät: vuodenaika, lämpö ja kylmyys, kuivuus ja kosteus sekä maaorganismit, sienet ja eläimet. Kypsymättömästä alkioista johtuva lepotila päättyy, kun siemenellä on aikaa kypsyä suotuisissa olosuhteissa varisemisen ja leviämisen jälkeen. Jos olosuhteet edelleen ovat itämiselle epäsuotuisat, lepotila jatkuu ja saattaa syventyä. Tällöin puhutaan sekundaarisesta dormanssista (Fagerstedt ym. 2008, 106; Konttinen 1995, 12.)

Lepotilan syistä riippumatta se on mahdollista purkaa siemenpankkioloissa matkimalla

luonnon omia prosesseja. Pääsääntöisesti purkamiseen käytetään siementen kylmä- ja / tai lämpökäsittelyä, valoa, huuhtelua, arpeuttamista, altistamista kemikaaleille sekä altistamista kahdelle tai useammalle tekijälle ja vaihteleville olosuhteille (Bradbeer 1992, 55.)

Luonnonkasvien siementen lepotila voi olla hyvinkin pitkä ja ne voivat säilyä maassa vuosikausia itämiskykyisinä muodostaen maaperään siemenpankin. Viljelykasvien siementen lepotila purkautuu yleensä nopeasti pitkäaikaisen valinnan ja jalostuksen seurauksena (Fagerstedt ym. 2008, 106.) Tietämyksemme kasvien lepotilasta ja siihen vaikuttavista mekanismeista on vielä vähäistä mutta lisääntyy koko ajan. Lepotilaa ei voi jättää huomiotta siementen suojele- ja hyötykäytössä kuten siemenpankkitoiminnassa, sillä on keskeistä tietää onko siemen kuollut vai levossa. Vain puhtaat ja elinkykyiset siemenet varastoidaan siemenpankkiin.

4.2 Siementen keruu

Siemenpankkien aineiston on oltava käytettävissä tutkijoiden käyttöön välittömästi, mutta sen pitää säilyä myös pitkälle tulevaisuuteen, jotta mahdolliset tulevat tarpeet voidaan tyydyttää. Käytännössä tämä on ratkaistu jakamalla kokoelmat kahteen osaan. Aktiivikokoelmaksi (active collection) nimitettyä osaa käytetään aineiston tutkimiseen, dokumentaatioon, lisäämiseen ja itävyyden tarkkailuun. Aineisto on esimerkiksi tutkijoiden käytettävissä. Peruskokoelmaksi (base collection) nimetty osa on tarkoitettu hyvin pitkäaikaiseen säilytykseen suojelutarkoituksessa, ja siihen kosketaan mahdollisimman harvoin (Rousi 1997, 29.)

Siemenet kerätään geenipankkiin siten, että varastoon saadaan mahdollisimman runsas ja vaihteleva geeniperimä. Tämä tarkoittaa, että kasvilajista tulisi kerätä siemeniä monesta kasvupaikasta käyden läpi koko lajin maantieteellisen levinneisyysalueen. Lisäksi populaation sisältä tulisi ottaa siemeniä mahdollisimman sattumanvaraisesti. Siementen lisäksi kasvilajista tulee myös aina kerätä herbaarionäyte eli voucher tunnistusta ja dokumentointia varten. Se on kätevin tapa tehdä siementen keruuta ennen tai sen jälkeen (ENSCONET 2009.)

Kansainväliset geenipankkistandardit (FAO/IPGRI 1994) suosittelevat, että noin 4000 - 12 000 siementä / laji tulisi varastoida siemenpankkiin, mutta ohjeita on sovellettava luonnonvaraisten lajien kohdalla. ENSCONET on määritellyt luonnonkasvien siemenpankkiin kerättäväksi 5000 siementä / laji (15 eri populaatiosta), mutta määrä riippuu lajin esiintymästä. Vain 20 % koko esiintymästä saa kerätä, koska luonnonkanta ei saa vaarantua keruun takia. Tärkeää on ajoittaa keruuretket niin, että siemenet ovat kypsiä. Siemeniä on käsiteltävä varoen, jotta vältetään niiden elinikää lyhentäviltä vaurioilta. Kuljetukseen soveltuvat parhaiten kangas- ja paperipussit. Keruuretkillä on oltava huolellinen ja huomioitava, että eri lajeille sopivat erilaiset keruutekniikat. ENSCONET on viimeistelemässä

luonnonvaraisten kasvien siementen keruulle ohjekirjaa: Seed collecting manual for wild species (Royal botanic gardens, Kew. 2009), missä muun muassa erilaiset tekniikat käydään läpi.

Siemenet on purettava kasseista mahdollisimman pian siemenpankkiin saapumisen jälkeen. Purkaminen tehdään ilmastoidussa, puhtaassa ja eristetyssä huoneessa, jotta hyönteiset ja muut tuholaiset eivät pääse leviämään. Hyvä vaihtoehto on viedä saapuneet siemenet heti toiseen kylmähuoneeseen jos siemenpankissa on sellainen. Millennium seed bank:issa on käytössä kaksi kuivaushuonetta: toiseen kuivaushuoneeseen siemenet viedään odottamaan puhdistusta heti siemenpankkiin saapumisen jälkeen. Jos siemenissä havaitaan tuholaisia, siemenet pakataan - 20 celsiusasteeseen viikoksi. Toinen kuivaushuone on siementen lopullista kuivaamista varten ennen varastointia (Manger 2008.)

4.3 Puhdistus

Siementen puhdistus on ensiarvoisen tärkeä vaihe etenkin sienituhojen välttämiseksi varastoinnin aikana. Lisäksi se on tärkeää tilan maksimoimiseksi, kustannusten vähentämiseksi ja puhtaan siemenen takaamiseksi. Vain puhtaat ja hyväkuntoiset siemenet varastoidaan siemenpankkiin (Manger 2008.)

Puhdistuksessa siemenestä poistetaan roskat, vahingoittuneet ja tartunnan saaneet siemenet, sekä väärin lajien siemenet. Puhdistus ei saa aiheuttaa siemenille mitään vahinkoa ja siksi luonnonvaraisten lajien siementen kohdalla se on tehtävä käsin. Huonot yksilöt erottuvat kun erän levittää laakealle ja hyvin valaistulle alustalle missä erää voi tutkia silmämääräisesti. Jos tartunnan saaneita siemeniä löytyy, ne on hävitettävä. Myös kaikki vahingoittuneet ja näivettyneet siemenet poistetaan (Rao, Hanson, Dulloo, Ghosh, Nowell & Iarinde 2006, 10.) ENSCONET suosittelee mikroskoopin käyttöä, halkaisutestejä ja röntgenkuvausta tyhjien ja kuolleiden siementen erotteluun. Halkaisutesti kertoo paljon myös siemenen elinkyvystä. Pienelle otokselle tehdyn testin tuloksia käytetään apuna, kun tulkitaan itämistestien tuloksia. Jos siemenet itävät hyvin, mutta halkaisutestin tai röntgenkuvaksen perusteella siemenet ovat elinkykyisiä, voidaan aavistaa, että lepoaikaa ei ole kyetty purkamaan jolloin on ryhdyttävä lisätutkimuksiin.

ENSCONET painottaa, että puhdistuksessa syntynyt jäte on hävitettävä oikein (mieluiten polttamalla), jotta hyönteiset, taudit ja mahdolliset tulokaslajit eivät pääse leviämään. Puhtaat näytteet eivät sisällä roskia eivätkä puolikypsiä, vahingoittuneita tai tartunnan saaneita siemeniä. Puhdistuksen jälkeen vielä tarkistetaan, että siemenestä on merkitty puhdistuspäivä tietokantaan.

Toinen tärkeä asia on, että turvallisuutta ja hygieniaa noudatetaan jatkuvasti. Henkilökunnan

on käytettävä pölysuojaimia ja työskentelyasua. Siemenseulat, pinsetit ja muut apuvälineet on puhdistettava jokaisen siemenerän jälkeen. Lisäksi puhdistusta suorittava henkilökunta tarvitsee jonkinlaista tietoa siementen ja hedelmien morfologiasta sekä siitä kuinka siemenen rakenteita tulkitaan mikroskoopin alla (Cleaning seed collections for long-term conservation 2008.)

4.4 Kuivaus

Siemenen kuivaaminen laskee siemenen kosteuspitoisuuden (seed moisture content) turvalliselle tasolle, niin että siemen säilyy mahdollisimman pitkään elinkykyisenä siemenpankissa. Siementen kosteus johtuu siitä, että ne keräävät kosteutta ja riippuen ympäröivän ilman suhteellisesta kosteudesta joko imevät sitä itseensä, tai luovuttavat. Näin tapahtuu niin kauan kunnes siemenen kosteuspitoisuus on tasapainossa ympäröivän ilman suhteellisen kosteuspitoisuuden kanssa sillä hetkellä vallitsevassa lämpötilassa (Rao ym. 2006, 36-38.)

Tavallisin tapa mitata siementen kosteuspitoisuus on käyttää kosteusmittaria (Gravimetric moisture content determination, MC). Tällöin kosteus mitataan suoraan halkaistusta siemenestä. Uusi tapa on MSBP:ssä käytössä oleva metodi, jossa siementen kosteuspitoisuus mitataan ympäröivän ilman kosteuspitoisuuden perusteella (equilibrium relative humidity, eRH). Menetelmiä vertailtaessa eRH menetelmän suurin etu on se, ettei yhtään siemeniä mene hukkaan sillä niitä ei tarvitse rikkoa. Tämä on erityisen tärkeää harvinaisten kasvilajien pienissä siemenerissä (Measuring seed moisture status using a hygrometer 2008.)

Keskikokoiset ja suuret siemenpankit kuivaavat siemenet erillisessä huoneessa, jonka suhteellista kosteutta voi säädellä. FAO / IPGRI kansainväliset geenipankkistandardit (1994) suosittelevat, että ilman suhteellinen kosteus (relative humidity, RH) on siemeniä kuivatessa 10 - 15 % ja lämpötila 10 - 25 celsiusastetta. ENSCONET tarkoittaa kuivaushuoneen lämpötilaksi 15 celsiusastetta ja ilman suhteelliseksi kosteudeksi 15 % jolloin siemenet kuivuvat tasapainotilaan ympäristön kosteuden ja lämpötilan mukaan. Siemenen lopulliseksi kosteuspitoisuudeksi (seed moisture content, mc) vakiintuu 3.5 - 6.5 % välille riippuen öljypitoisuudesta. Kullekin lajille optimaalisia ja tarkkoja kosteuspitoisuuksia ei ole vielä määritetty. Korkeita lämpötiloja tulisi välttää kuivauksen aikana, sillä sen on todettu lyhentävän siementen elinikää siemenpankissa (Rao ym. 2006, 45).

Pienet siemenerät voi kuivata lämpötila- / RH säädellyssä kuivauskaapissa (incubator dryer) tai siikageeliä apuna käyttäen. Siikageeli on varma ja yleisesti käytössä oleva keino. Se ei myöskään ole kovin kallista, eikä sen hävittäminen vaadi erikoistoimenpiteitä (Manger 2008.)

4.5 Testaus

Siementen itämiskyvyn testauksella (germination test) selvitetään onko siemenellä itämiseen tarvittavat valmiudet eli onko se elinkykyinen. Siementen elinkyky (seed viability) kertoo kuinka monella siemenellä on valmiudet kehittyä kasviksi. Elinkyvyn ylläpitäminen on elintärkeää siemenpankkiin varastoiduille siemenille, sillä kuolleilla siemenillä ei ole arvoa (Konttinen 1995, 20.)

ENSCONET suosittelee, että siemenet testattaisiin ennen ja jälkeen kuivauksen jotta nähdään onko kuivausprosessi vaikuttanut elinkykyyn ja tämän jälkeen pääsääntöisesti 10 vuoden välein. Testattavien siementen määrä riippuu erän suuruudesta ja saatavuudesta: 200 olisi ihanteellinen määrä, mutta noin 25 siementä tulisi ENSCONET:n mukaan testata. FAO / IPGRI kansainväliset geenipankkistandardit on laadittu viljelykasveille eivätkä sovellu Euroopan luonnonvaraisten kasvien siemenpankkitoimintaan sellaisenaan. Niiden lajien kohdalla joilla on heikompi siementuotto ja siementen uusiutuminen, kuten monilla luonnonvaraisilla lajeilla on toimittava tilanteen mahdollistamalla tavalla. Myös kymmenen siemenen testaus riittää antamaan suuntaa erän kunnosta.

ENSCONET on asettanut luonnonvaraisille kasveille 75 %:n itävyyden rajaksi kun taas yleiset geenipankkistandardit vaativat 95 % itävyyttä (FAO / IPGRI). Kun itävyys laskee alle 75 %, kasviera uudistetaan puhtaamman siemenen tuottamiseksi (regeneration / multiplication), sekä tutkimuksen ja tieteen tarpeisiin. Tärkeää on, että kasvien geneettinen materiaali ei sekoitu keskenään. Tämä regeneraatio on kallis operaatio ja vaikea tehdä hyvin. ENSCONET painottaa, että regeneraatiota kannattaa välttää mikäli mahdollista. Jos siemenenä on mahdollista kerätä suoraan luonnosta uudelleen, kannattaa se uudistaa siten (Miranto 2009).

Idätystesti on yksinkertainen toteuttaa; perustarpeet itämiseen ovat vesi, happi, valo ja oikea lämpötila. Joskin on huomioitava, että ensikertaa siemenpankkiin tulevia siemeniä ei ole ikinä idätetty laboratorio-oloissa, ja olosuhdetarpeet vaihtelevat eri lajien ja jopa saman lajin eri yksilöiden välillä (Manger 2008). Yksinkertaisinta on idättää steriileillä petrimaljoilla agar -leväliuoksessa (water agar 10 g L⁻¹), jotka asetetaan idätyskaappiin 8 h valoa / 16 h pimeää valojaksolle. Näin toimitaan esimerkiksi Millenium seed bank:ssa. Myös idättäminen suodatinpaperialustoilla on mahdollista ja suuret siemenet voidaan kääriä paperipyyherullan sisään joka asetetaan pystyasentoon, jotta juuret pääsevät kasvamaan alaspäin. Seulottu, pesty hiekka soveltuu myös suurille siemenille (Konttinen 1995, 23; Rao ym. 2006, 57-65.)

Optimaaliset idätysolosuhteet vaihtelevat runsaasti eri kasvilajin, populaation, keräysvuoden ja jopa siemenerien välillä. Apuna optimaalisten olosuhteiden rakentamisessa kannattaa käyttää siementen tietokantaohjelmaa, joka löytyy Englannin, Kew:in kasvitieteellisen puutarhan verkkosivuilta. Tietokannasta selviää muun muassa tietoa lajin morfologiasta,

paino, varastokäyttäytyminen, öljypitoisuus, leviämistapa ja itämistiedot (Royal botanic garden 2008.)

Vain terveellä tavalla itänyt siemen lasketaan itäneeksi, sillä taimella on oltava edellytykset kasvaa jälkeläisiä tuottavaksi yksilöksi tulevaisuudessa. Epänormaalisti kasvuun lähtenyt taimi on heikompi ja sairastuu helpommin. Tällaisia taimia ei lasketa itäneiksi vaan ne poistetaan. Jos siemen ei idä lainkaan, se on joko kuollut tai levossa. Kuolleet siemenet ovat yleensä pehmeitä ja mädäntyvät idätyksen aikana (Bradbeer 1988, 27 - 28.)

4.6 Pakkaaminen ja varastointi

Siemenet pakataan ilmatiiviisiin säiliöihin, jotta vältetään sienituhoilta ja muilta tartunnoilta, siemeniin ei pääse kosteutta ja jotta siemenet eivät sekoitu keskenään (Rao ym. 2006, 10).

Varastoimiseen valittava säiliö riippuu siemenkokoelman luonteesta, varastointimahdollisuuksista ja siementen koosta. Tärkeintä on, että säiliö on täysin tiivis. Pääsääntöisesti käytetään lasipurkkeja ja alumiinifoliopusseja, joilla molemmilla on etunsa ja haittansa. Foliopussit ovat edullisempia eivätkä hajoa, mutta vaikeampia avata sillä pussit sulatetaan koneella kiinni. Pussit vievät huomattavasti vähemmän tilaa mikä on merkittävä etu pienissä siemenpankeissa joissa käytetään pakastimia. Lasipurkit ovat puolestaan pidempi - ikäisiä ja monikäyttöisempiä mutta täysin tiiviitä voi olla vaikea löytää. Lisäksi niistä näkee läpi jolloin siementen kuntoa on helpompi seurata. Millenium seed bank:issa on käytössä sekä lasipurkit että foliopussit. Lasipurkeissa oleva silikageelipussi ilmoittaa väriä vaihtamalla jos säiliö vuotaa ja kaikki säiliöt ovat tuplavarmistettuja (Manger 2008.)

Pakkaaminen on paras suorittaa huoneessa, missä ilman suhteellista kosteutta voi säädellä (RH 15 %). Jokaisen siemenetä tulisi sisältää ainakin seuraavat tiedot:

- siemenetä numero
- suku, laji ja koko nimi
- siementen paino
- varastointipäivä
- idätyskoekiden tulokset

Pakkaamis- ja varastointitietojen asiallinen ylöskirjaaminen ja tietojen kuljettaminen siemenen matkassa tietokantaan saakka nopeuttaa ja helpottaa työtä pitkällä tähtäimellä. Tietokanta (data base) on välttämätön ja oleellinen osa toimivaa siemenpankkitoimintaa. Virtuaaliseen siemenpankkiin voi tallentaa kaiken mahdollisen tiedon ja parhaassa tapauksessa se on kansainvälisesti kaikkien tutkijoiden käytössä.

Pakastin soveltuu mainiosti siementen säilyttämiseen jos erillistä kylmähuonetta ei ole. Erillinen huone ei ole kustannustehokastakaan pienissä siemenpankeissa. Varastointilämpötila on -18 – -20 celsiusastetta. Sitä alemmat lämpötilat eivät pidennä siementen säilyvyyttä eikä se ole energiatehokasta (Manger 2008.)

Jokaisella siemenkokoelmalla on oltava myös identtinen turvakokoelma ja tietopankki tulipalon tai muun kohtalokkaan onnettomuuden varalta. Siemennäytteet voivat olla pienempiä kuin varsinaisessa kokoelmassa ja ne on helpointa kerätä kasaan samalla, kun tekee peruskokoelmaa. ENSCONET:issa on duplikaatiokokoelma toisessa siemenpankissa.

4.7 Takaisin istuttaminen luontoon

Siemenkokoelmien perimmäinen tarkoitus on, että niistä voidaan palauttaa luonnosta hävinneitä kasvilajeja takaisin kasvupaikoille. Luontoon palauttamisen päämääränä on kasvattaa kasviyksilöiden sekä populaatioiden määrää niin, että ne pysyvät vakaana luonnollisen lisääntymisen avulla (self – sustaining population). Etäsuojelun keinoilla, kuten laadukkailla siemenkokoelmilla joilla on laaja geneettinen perusta, luontoon palauttaminen on mahdollista (Cochrane ym. 2007, 15.)

5 Valistustyö osana opinnäytetyötä

Valistusosuudessa suunnittelin yhdessä Helsingin yliopiston kasvitieteellisellä puutarhalla työskentelevän ENSCONET hankkeen suunnittelija Mari Mirannon kanssa miten puutarha tiedottaa yleisölle ENSCONET:ista ja siihen liittymisestäään.

Päätimme, että teemme ENSCONET verkkosivut, painatamme julisteen ja esitteet sekä rakennamme Kaisaniemen kasvitieteellisen puutarhan kasvihuoneille siemennäyttelyn ja siemeninfopisteen. Esitteet laitettiin infopisteelle asiakkaiden otettaviksi, sekä suuret (120 cm * 120 cm) julisteet tarkasteltaviksi. Jaoimme työt niin, että minun vastuullani oli tuottaa sisältö verkkoon ja esitteeseen sekä rakentaa siemeninfopiste. Mari otti vastuulleen julisteen sisällön ja pienen osan verkkosivuista. Päätimme materiaalien lopullisesta sisällöstä yhdessä keskustelemalla ja vaihtamalla ideoita.

5.1 Siemennäyttely ja infopiste

Suunnittelin Kaisaniemen kasvitieteellisen puutarhan kasvihuoneiden sisäänkäynnin yhteyteen siemeninfopisteen ja sen oheen pienen siemennäyttelyn vitriiniin, jotta infopiste houkuttelee katselijoita eikä ole kolkko. Infopisteellä ovat isot ENSCONET julisteet kahdella kielellä,

hankkeen vuosittain julkaisemia siemensuojelusta kertovia ENSCONEWS vuosilehtiä sekä ENSCONET esitteet jaossa suomeksi ja englanniksi.



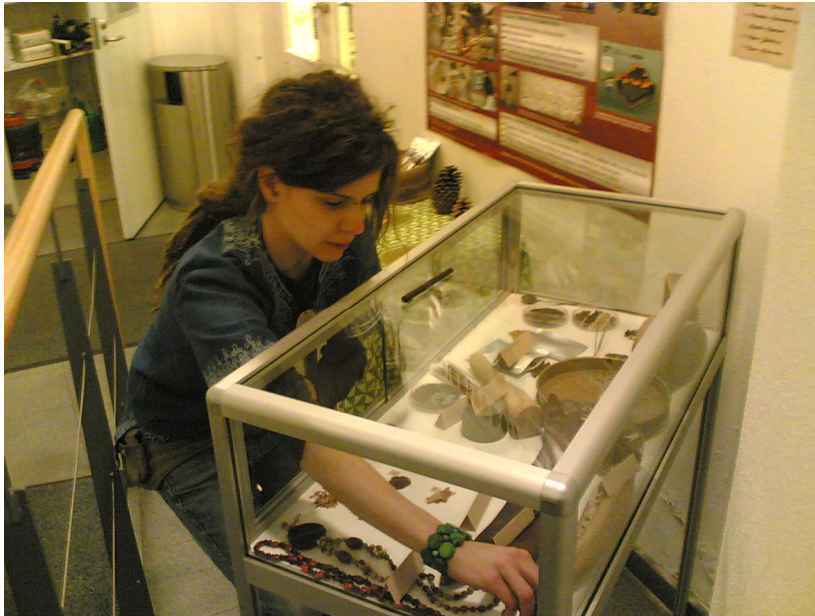
Kuva 2: Infopiste ja näyttely saivat hyvän sijainnin aivan Kaisaniemen kasvitieteellisen puutarhan kasvihuoneiden sisäänkäynniltä myymälän yhteydestä. Kuva rakennusvaiheesta. (Yaiza Malin 2008)

Infopiste ja näyttelyvitriini ovat paikoillaan Kaisaniemessä yli puoli vuotta alkaen helmikuusta 2009 lokakuun loppuun 2009 ja sillä esitteineen on suuri rooli työssäni. Pöytä, juliste ja muu oheismateriaali tavoittaa noin 17 000 kasvihuoneella kävijää kevään aikana (luku on ennakoitu vuoden 2008 perusteella). Näyttelystäni myös ilmoitettiin luonnontieteellisen keskusmuseon verkkosivuilla "ajankohtaista Kasvitieteellisessä puutarhassa" näin:

"Kasvien siemensuojelua esittelevä näyttely

Kasvit ovat välttämättömiä ihmisen hyvinvoinnille. Sen lisäksi, että olemme riippuvaisia kasvien yhteyttämällä tuottamasta hapesta, hyödynnämme kasveja päivittäin ravintona, lääkkeinä ja kuituina. Nykyään maailman kasvilajistosta kolmasosan arvioidaan olevan uhanalaisia. Perinteisten luonnonsuojelualueiden lisäksi kasvien geneettistä monimuotoisuutta voidaan suojella muun muassa pakastamalla niiden siemeniä.

Kasvihuoneiden sisääntuloaulassa on luonnonvaraisten kasvien siemensuojelusta kertova näyttely vuoden 2009 lokakuun loppuun asti. Näyttely on avoinna kasvihuoneiden aukioloaikoina ja sinne on vapaa pääsy. Näyttelyn aihepiiristä on monipuolista tietoa myös puutarhan verkkosivuilla" (Luonnontieteellinen keskusmuseo 2009.)



Kuva 3: Näyttelyn rakentaminen oli tarkkaa työtä. (Mari Miranto 2008)

Rakensin siemennäyttelyn jaloilla seisovaan noin 100 cm * 50 cm kokoiseen vitriiniin infopöydän viereen. Sain täysin vapaat kädet sen suunnittelussa. Näyttelyn suunnittelemisen olikin valistusosuuden miellyttävämpiä osuuksia. Kokosin vitriiniin havainnollistavaa siemen- ja siemenpankkitaavaraa näyttille: runsaasti erilaisia siemeniä, käsintehtyjä, puisia siemenseuloja joita käytettiin 1950 - luvulta aina vuoteen 1995 asti siementen puhdistuksessa, sekä vertailun vuoksi nykyaikainen metallinen seula. Lisäksi puu- ja kuminuija, joita käytetään siementen erotteluun muista kasvinosista, alumiinifoliopusseja ja tiiviskantinen lasipurkki joihin siemenet pakataan siemenpankissa, pinsetit siementen käsittelyyn, petrimaljoja, silikageeliä, kapokkipuun (*Ceiba pentandra*) siemenkoti ja hernekasvin (*Fabaceae*) siemenpalko sekä siemenkoruja Senegalista ja Australiasta.

Lisäksi tein vitriiniin pienen siemenvisan, jossa voi tunnistaa tai arvata tuttuja kasvinosia ja siemeniä. Vastaukset kirjoitin pienen tarinan kanssa laminoidulle paperille seinälle, vitriinin yläpuolelle. Siemenvisa on nähtävillä opinnäytetyön liitteessä 1 (liite 1: Siemenvisa).



Kuva 4: Valmis vitriini. (Yaiza Malin 2008)

Oletan että lähes kaikkia kasvihuoneille menijöitä kiinnostaa siemensuojeluohjelma, ainakin vilkaista mistä on kyse kun kävelevät kasvihuoneille sisälle. Kasvihuoneilla käy alan harrastajien lisäksi muun muassa kaupunkilaisia, koululaisia, opiskelijoita ja kuntoutusryhmiä. Infopöytä on kasvihuoneiden kassan, kahvilan ja pienen puutarhapuodin yhteydessä, jolloin se tavoittaa mahdollisimman monta vierailijaa eikä jää irttonaiseksi "johonkin nurkkaan". Laitoin myös yhteystietoni vitriiniin, jos joku haluaa kysyä aiheesta lisää minulta tai myymälänhoitajalta.



Kuva 5: Siemeninfopiste ja näyttely esitteineen valmiina yleisön tarkasteltavaksi. (Yaiza Malin 2008)

5.2 Verkkosivut

Valistusosuuteen kuului siis myös suomenkielisten ENSCONET ja siemenaiheisten verkkosivujen sisällön tekeminen luonnontieteellisen keskusmuseon sivuille:

www.fmnh.helsinki.fi/ktp/ensconet/.

Käytin suunnitteluun apuna ENSCONET:n englanninkielisiä sivuja mutta vain pohjana. Sain vapaat kädet koota siemenaiheista sisältöä verkkoon. Se oli työlästä, mutta tavattoman opettavaista. Mari tarkasti, paranteli ja tiivistä kasaamani aineiston, sekä lisäsi kuvat ja laitto materiaalin verkkoon. Aloitin työn tekemisen marraskuun 2008 loppupuolella, ja valmis aineisto oli verkossa 16.1.2009.

Ideoin englanninkielisten verkkosivujen "seeds for people" osion pohjalta TIEDONJYVIÄ nimisen tietopaketin, joka on nähtävissä opinnäytetyön toisessa liitteessä (liite 2: Tiedonjyviä). Alkuun tein johdatuskappaleen joka houkuttelee ihmisiä lukemaan pidemmälle: "Kuinka siemenet liikkuvat paikasta toiseen? Tiesitkö, että jotkin siemenet voivat itää jopa 2000 vuotta sen jälkeen, kun ne ovat pudonneet emokasvistaan? Entä mitä keinoja tutkijoilla on siementen varastointiin niin, että ne säilyvät mahdollisimman kauan elinkykyisinä? Lähde tiedonjyvien matkaan ottamaan selvää!"

Johdannon jälkeen seuraa tiivis siementietopaketti johon kuuluvat seuraavat aihealueet:

Luonnon monimuotoisuus eli biodiversiteetti (mitä keinoja meillä on biodiversiteetin suojelemiseksi, mitä ovat lähi- ja etäsuojelu sekä kansainvälinen monimuotoisuussopimus)

Siemenpankkitoiminta (mikä on siemenpankki, miten siemenet säilötään sinne ja millaiset siemenet sopivat säilöttäväksi)

Siemenestä kasviksi (miten siemen syntyy ja itää)

Siementen leviäminen (miksi ja miten siemenet leviävät, ihminen, eläin, tuuli ja vesi levittäjänä, itse -levittäytyvät siemenet, esimerkiksi takiainen, kookospalmu, vaahtera ja jättipalsami ovat esitelty)

Siementen lepotila (mikä lepotila eli dormanssi on, esimerkkejä lepotilan tarvitsevista pohjoisista puistamme)

Hyödyllisiä siemeniä (ihmisten kannalta käyttökelpoisia siemeniä; ravintoa, mausteita, rohtoja, piristeitä, makeisia ja kumia saadaan siemenistä, esimerkiksi kardemumma, pippuri, sinappi, guarana, kahvi ja kumina on esitelty)

Ennätyksellisiä siementarinoita (mielenkiintoisia siementarinoita ja -ennätyksiä, esimerkiksi

maailman suurin ja pienin siemen, sekä maailman vanhin elinkykyinen siemen)

Mari kokosi kolme viimeistä tiedonjyvää: mitä Suomessa tehdään siemensuojelun edistämiseksi (Suomen lista kasvilajeista, jotka on valittu kaikkein kiireellisimmiksi siemenpankkiin säilömisen suhteen), ENSCONET verkoston jäsenet (kaikki 30 ENSCONET:iin kuuluvaa jäseninstituuttia sekä Euroopan luonnonmaantieteellinen aluejako) sekä hyödyllisiä linkkejä (esimerkiksi Millenium seed bank ja Bioversity International).

5.3 Esite

ENSCONET:lla oli myös esite jo olemassa englanninkielisenä kokoontaitettavana esitteenä sekä pienempänä kirjanmerkinä. Esitettä ei siis tarvinnut suunnitella kokonaan uudestaan. Päätimme, että käytämme vanhan kirjanmerkin ulkoasua, mutta teemme siihen uuden sisältötekstin. Tein ehdotuksen kirjanmerkin sisällöksi, minkä jälkeen esittelin ehdotukseni Marille. Päätimme yhdessä lopullisesta sisällöstä jonka jälkeen esite lähetettiin ENSCONET yhteistyökumppaneille painettavaksi Espanjaan.

Englanninkielisessä kirjanmerkissä kerrotaan vain hyvin lyhyesti ENSCONET:n päätavoitteet ja kuinka monta jäsentä on mukana hankkeessa. Mielestäni siinä olisi saanut myös lukea, mikä siemenpankki on ja miksi sinne talletetaan siemeniä. Hahmottelin kirjanmerkkejä käsin ja mietin mitkä asiat siihen olisi kannattanut poimia. Oli pidettävä mielessä, että kyseessä oli ENSCONET:n esittelevä esite jota jaetaan Kaisaniemen (myöhemmin myös Kumpulán) kasvitieteellisessä puutarhassa, jolloin se tavoittaa tuhansia ihmisiä kaikista ikäluokista ja kaikista ammateista. Kirjanmerkin olisi oltava lyhyt ja ytimekäs niin, että sen jaksaa lukea. Tämä olikin valistusosuuden vaikein osa. Näytin kirjanmerkkejäni myös ihmisille, joille ENSCONET ei ollut tuttu ja pyysin mielipiteitä sisällöstä; mikä tieto siinä ei kiinnosta ja mitä puolestaan haluaisi siinä lukevan, jotta ymmärtäisi millaisesta hankkeesta on kyse. Loppujenlopuksi kirjanmerkistä tuli oikein hyvä, sain siihen tiivistettyä kaiken oleellisen lyhyesti. esite on skannattu opinnäytetyön liitteeseen kolme (liite 3: Esite).

Esitteen etupuolella on teksti: ENSCONET - European native seed conservation network - Euroopan luonnonvaraisten kasvien siemensuojeluverkosto

Kääntöpuolella on teksti: ENSCONET - Pakastimessa kuin pankissa

- Tarkoitus kerätä ja varastoida Euroopan uhatuimmat luonnonvaraiset kukkakasvilajit "siemenpankkeihin"
- Siemenet säilyvät kuivattuina alhaisessa lämpötilassa jopa vuosisatojen ajan
- Siemenkokoelmien avulla voidaan palauttaa luonnosta hävinneitä kasvilajeja takaisin alkuperäisille kasvupaikoilleen

- Hankkeen taustalla on luonnon monimuotoisuuden säilyttämiseen tähtäävä kansainvälinen Biodiversiteettisopimus
- ENSCONET - verkostossa on jäseniä yhteensä 17 EU - maasta: mukana myös Helsingin yliopiston kasvitieteellinen puutarha

Suomen- ja englanninkielisten verkkosivujen osoitteet löytyvät esitteen molemmilta puolilta

5.4 Juliste

Julisteen toteutimme siten, että Mari teki siihen sisällön käyttäen apuna englanninkielistä pohjaa ja yhdessä viimeistelimme sen. Julisteessa on kartta Euroopan luonnonmaantieteellisestä aluejaosta, verkoston jäsenet sekä ENSCONET hankkeen osa - alueiden tavoitteet vuoden 2009 loppuun mennessä:

Siementen keruu: Tavoite on kartoittaa eurooppalaisissa siemenpankeissa jo säilössä olevat luonnonkasvilajit ja laatia kullekin Euroopan luonnonmaantieteelliselle vyöhykkeelle siemenkeruusuunnitelma puuttuvia uhanalaisia lajeja varten.

Siementietokanta: Perustetaan tutkijoiden käyttöön yhteinen tietokanta, jossa on muun muassa keruupaikkatiedot

Siemenkokoelmien hoito: Luodaan yhteiset pitkän säilymisen ja rikkaan geeniperimän takaavat keruu- ja säilöntämenetelmät

Hankkeesta tiedottaminen: perustetaan verkkosivut, joille keskustelufoorumi ja havainnollistava virtuaalikierrros siemenpankin toiminnasta. Kerran vuodessa julkaistavassa uutislehdessä esitellään siemensuojelun saavutuksia ympäri Eurooppaa.

Juliste lähti samana päivänä painoon kuin esitteet (12.12.2008), mutta tuli sieltä takaisin englanninkielisenä. Julisteet oli tilattava painosta uudelleen mikä hieman viivytti siemeninfo-pöydän ja näyttelyn pystyttämistä. Tosin nyt meillä oli sekä englannin-, että suomenkieliset julisteet, mikä ei ollutkaan huono asia. Laitoimme myös englanninkielisen julisteen Kaisanien suomenkielisen julisteen viereen, jolloin ulkomaalaisetkin ymmärtävät mistä on kyse.

6 Päätelmiä

Koko opinnäytetyöprosessi on ollut todella opettavainen. Etenkin toiminnallinen osuus oli mielenkiintoinen toteuttaa, sillä sain paljon suunnitella asioita itsenäisesti vaikka olimmekin Marin kanssa työtiimi. Se opetti myös arvokkaita vuorovaikutustaitoja. Lisäksi

tiedonhankintakykyni kehittyivät. Jotta valistusmateriaalista sai mielenkiintoisen, oli kahlattava paljon lähdemateriaalia läpi, harrastettava lähdekritiikkiä ja osattava karsia tärkeimmät asiat vähemmän tärkeistä. Lisäksi valistusosuus pohjusti erinomaisesti teoriaosuuden kirjoittamista, sillä toiminnallisen osuuden jälkeen siemen- ja siemenpankkitermit olivat jo hyvin hallussa. Tästä huolimatta teoriaosuuden kirjoittaminen oli haastavaa, sillä aihealue oli täysin uusi ja lähes kaikki lähdemateriaalini englanninkielistä.

Näyttelyn pystyttämisestä ja verkkosivujen sisällön tekemisestä pidin erityisesti. Tavoitteeni ja haasteeni olivat, että teksti verkossa on lukijaystävällistä ja rentoa (myös kasveihin perehtymättömät ihmiset ymmärtävät), mutta samaan aikaan oikeaa faktaa. Huomasin, että tässä hyvä keino on omien kokemusten tuominen mukaan. Esimerkiksi siementen leviäminen: ”kaikki me olemme saaneet repiä pellon läpi kuljettuamme takiaisia vaatteistamme..”

Kokonaisuudessaan opinnäytetyön tekeminen on ollut haastavaa, mutta missään vaiheessa ei ole tuntunut turhalta tai liian ylivoimaiselta. Sain perehtyä luonnon monimuotoisuuteen ja sen suojeluun, juuri minuun vetoaviin asioihin. Olen pysynyt hyvin aikataulussa ja saavuttanut tavoitteeni eli perehtynyt todella Suomen ja maailman luonnonkasvien ja monimuotoisuuden tilaan, suojelun tarpeeseen ja keinoihin. Onnistuin työssäni hyvin. Kiitos siitä kuuluu myös ENSCONET suunnittelija Mari Mirannolle jonka kanssa sain työskennellä sekä Helsingin yliopiston kasvitieteelliselle puutarhalle. Sain heiltä juuri kiinnostustani vastaavan lopputyön aiheen, työpisteen Kumpulan puutarhan kirjastosta ja asiantuntevaa apua niin paljon kuin tarvitsin.

Valistusosuuden suunnitteluun ja toteutukseen kului aikaa noin kaksi kuukautta:

- Marraskuun loppupuoli 2008: suunnittelua, palavereja, lähdemateriaalin etsimistä ja siihen tutustumista, verkkosivujen sisällön suunnittelu käyntiin
- Joulukuu 2008 / tammikuu alku 2009: verkkosivujen ja esitteen työstöä (juliste ja esitteet painoon 12.12.2008)
- Tammikuun loppu 2009: Näyttelyn ja infopöydän suunnittelu ja pystytys
- Helmikuusta toukokuuhun tieteellisen osion työstö

Valistusosuuden jälkeen aloin tehdä kirjallista osuutta eli varsinaista opinnäytetyötä. Se valmistui toukokuussa 2009. Kokonaisuudessaan lopputyöhön kului aikaa reilu puoli vuotta.



Kuva 6: Itse opinnäytetyön tekijä Kumpulan kasvitieteellisen kartanon kirjaston työpisteellään suunnittelemassa siemennäyttelyn pystyttämistä. (Paula Havas-Matilainen 2008)

Kuvat

Kuva 1: Yaiza, ENSCONET suunnittelija Mari Miranto ja Englannista Millenium seed bank project hankkeesta laboratorionjohtaja Keith Manger. Kumpulan kasvitieteellinen puutarha 12/08. (Paula Havas-Matilainen 2008).....	<u>14</u>
Kuva 2: Infopiste ja näyttely saivat hyvän sijainnin aivan Kaisaniemen kasvitieteellisen puutarhan kasvihuoneiden sisäänkäynniltä myymälän yhteydestä. Kuva rakennusvaiheesta. (Yaiza Malin 2008).....	<u>22</u>
Kuva 3: Näyttelyn rakentaminen oli tarkkaa työtä. (Mari Miranto 2008)	<u>23</u>
Kuva 4: Valmis vitriini. (Yaiza Malin 2008)	<u>24</u>
Kuva 5: Siemeninfopiste ja näyttely valmiina yleisön tarkasteltavaksi. (Yaiza Malin 2008)....	<u>24</u>
Kuva 6: Itse opinnäytetyön tekijä Kumpulan kasvitieteellisen kartanon kirjaston työpisteellään suunnittelemassa siemennäyttelyn pystyttämistä. (Paula Havas-Matilainen 2008)	<u>29</u>

Lähteet

Kirjalliset julkaisut

- Baskin, C. & Baskin, M. 2001. Seeds. Ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. USA: Academic press.
- Bradbeer, J. 1988. Seed dormancy and germination. Great Britain; Chapman & Hall.
- Cochrane, J., Crawford, A. & Monks, L. 2007. The significance of ex situ seed conservation to reintroduction of threatened plants. Australia: CSIRO publishing.
- Fagerstedt, K., Koivunen, T. Linden, L. & Santanen, A. 2008. Kasvioppi siemenestä satoon. Helsinki: Edita Prima Oy.
- Hambler, C. 2004. Conservation. UK: Cambridge university press.
- Henry, J. (toim) 2006. Plant conservation genetics. USA: Haworth Press.
- Kallio, P. & Rousi, A. (toim.) 1980. Kasvien maailma 2. Otavan iso kasvitietosanakirja. Keuruu: Otava.
- Kallio, P. & Rousi, A. (toim.) 1981. Kasvien maailma 4. Otavan iso kasvitietosanakirja. Keuruu: Otava
- Konttinen, K. 1995. Jalojen lehtipuiden siementen käsittely. Helsinki: Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 573.
- Puchalski, J. 2004. Keeping endangered species alive. Bank for plants. - Academia: The Magazine of the Polish Academy of Sciences.
- Rao, N., Hanson, J., Dulloo, M., Ghosh, K., Nowell, D. & Iarinde, M. 2006. Manual of seed handling in genebanks. Handbooks for genebanks No. 8. Italy: Bioversity International.
- Rousi, A. 1997. Ravintokasvit auringonkukasta viiniköynnökseen. Porvoo: WSOY.
- Ryttäri, T. & Kettunen, T. (toim.) 1997. Uhanalaiset kasvimme. Tampere: Kirjayhtymä Oy.
- Vicente, M. & Andersson, M. (toim.) 2006. DNA - banks - providing novel options for genebanks? Italia: IPGRI

Elektroniset julkaisut

- Helsingin yliopiston luonnontieteellinen keskusmuseo. 2006. (www- dokumentti). <http://www.fmn.helsinki.fi/tiedotteet/?p=85>. (luettu 14.1.2009).
- Putkilokasvien uhanalaisuuden arviointi 2002. (pdf-dokumentti). <http://www.ymparisto.fi/print.asp?contentid=62753&lan=fi&clan=fi>. (luettu 22.2.2009).
- International Tundra Experiment 2002. (www-dokumentti). www.sytsbot.gu.se/research/ITEX/itex.html. (luettu 3.1.2009).
- Suomen kansainväliset vastuulajit 2000. (www-dokumentti). <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=1891&lan=fi>. (luettu 5.1.2009).

Global Strategy for Plant Conservation 2002. (www-dokumentti).
<http://www.cbd.int/convention/about.shtml>. (luettu 23.1.2009).

Pelastuuko viljelykasviemme monimuotoisuus 1997. (www-dokumentti).
<http://www.tsv.fi/ttapaht/983/rousi.htm>. (luettu 28.1.2009).

NordGen 2009 (www-dokumentti)
<http://www.nordgen.org/index.php/en/content/view/full/281>. (luettu 28.1.2009).
 Svalbard global seed vault 2009. (www-dokumentti).
<http://www.regjeringen.no/en/dep/lmd/campain/svalbard-global-seed-vault.html?id=462220>.
 (luettu 27.1.2009).

Millenium seed bank project 2008. (www-dokumentti). www.kew.org/msbp. (luettu 15.12.2009).

Luonnontieteellinen keskusmuseo 2009. (www-dokumentti).
<http://www.fmn.helsinki.fi/nayttelyt/ktp/ajankohtaista/index.htm>.

ENSCONET 2008. (www-dokumentti). <http://www.ensconet.eu/About.htm>. (luettu 2.11.2008).

Royal botanic garden 2008. (www-dokumentti). <http://data.kew.org/sid/sidsearch.html>.
 (luettu 2.2.2009).

Cleaning seed collections for long-term conservation 2008. (pdf-dokumentti).
<http://www.kew.org/msbp/scitech/publications/14-Seed%20cleaning.pdf>. (luettu 3.12.2009).

Measuring seed moisture status using a hygrometer 2008. (pdf-dokumentti).
<http://www.kew.org/msbp/scitech/publications/05-eRH%20moisture%20measurement.pdf>.
 (luettu 15.1.2009.)

Julkaisemattomat ja suulliset lähteet:

ENSCONET 2009. (www-dokumentti). Royal Botanic Gardens, Kew & Universidad politecnica de Madrid, Spain (toim.) 2009. ENSCONET seed collecting manual for wild species. (luettu 31.3.2009).

ENSCONET 2009. (www-dokumentti). Royal Botanic Gardens, Kew. (toim.) 2009. ENSCONET curation protocols and standards. Italia: University of Pavia. (luettu 31.3).

Miranto, M. Keskustelu 20.11.2008

Manger, K. 2008. Laboratory manager, seed conservation department; Millenium seed bank project. Haastattelu 9.12.2008.

Liitteet

Liite 1 Siemenvisa.....	38
Liite 2 Tiedonjyviä.....	40
Liite 3 Esite.....	45
Liite 4 Tekstissä esiintyvät lyhenteet.....	46

KATAJANMARJOJA.

Katajanmarjat ovat Suomen metsien yleisimmän pensaan, KATAJAN (*Juniperus communis*) marjamaisia käpyhedelmiä. Kypsänä sinisten käpyjen sisällä on kolme siementä, jotka leviävät marjoja syövien lintujen ja nisäkkäiden avulla. Katajanmarjoja käytetään mausteena gi-nissä ja riistaruuissa.

KUUSEN (*Picea abies*) SIEMENIÄ JA LENNINSIIPPIÄ.

Kuusen siemenet kehittyvät kävyissä ja kalvomaiset lenninsiivet auttavat siemeniä kulkeutu-maan tuulen mukana uusille kasvupaikoille. Yhdessä kuusen kävyssä on huimat 100 - 200 sie-mentä!

MÄNNYN (*Pinus sylvestris*) SIEMENIÄ JA LENNINSIIPPIÄ.

Siemenestä voi määrittää onko kyseessä mänty vai kuusi. Männyn ja kuusen siemenet kiinnit-tyvät nimittäin eri tavalla lenninsiipeen. Kun siemen irtoaa siivestä, jää kuusen siemeneen kuoppa, mutta männyn siemeneen vain tyhjä kohta. Muistisääntönä auttaa "kuusella kupissa, petäjällä pihdeissä".

VAAHTERAN (*Acer platanoides*) SIEMENIÄ JA LENNINSIIPPIÄ.

Metsävaahtera kukkii touko-kesäkuun vaihteessa lehtien puhkeamisen aikoihin. Siemenet kyp-syvät kesän lopulla ja itävät usein jo syksyllä. Ne voivat lenninsiipiensä avulla lentää kilomet-rin päähän emokasvista. Oletko sinä koskaan tehnyt lenninsiivistä hauskaa nenää itsellesi?

KUMINAN (*Carum carvi*) SIEMENIÄ.

Kumina on monelle tuttu mauste keittiöstä. Kasvilla on myös tehokkaita lääkinnällisiä ominai-suuksia ruuansulatusongelmissa, ilmavaivoissa ja yskänlääkkeenä. Kuminan siementen sisäl-tämä haihtuva öljy on arvokasta ja sitä käytetään moneen tarkoitukseen, kuten aperitiivi-viinojen maustamiseen. Kumina on vanha ihmisen seuralainen, jota ei voida lukea luonnonva-raiseen kasvillisuuteen kuuluvaksi, vaikka se lieneekin saapunut maahamme jo esihistoriallis-ten asukkaiden mukana.

VOIKUKAN (*Taraxacum* sp.) SIEMENIÄ JA LENNINHAIVENIÄ.

Voikukka on kasvimaailman selviytyjä, jota ei voi olla huomaamatta. Se valloittaa kasvustol-laan niin kotipihan nurmikot kuin tienvarsien pientareetkin. Voikukan siemenet kehittyvät ilman pölytystä ja hedelmöitystä. Siemenet ovat yksittäin kovakuorisen pähkylähedelmän sisällä. Pähkylöitä kannattavat tuulella laskuvarjomaiset lenninhaivenet. Pähkylä on niin kova, että siemenet säilyvät itämiskykyisinä matkasta lehmän suoliston läpi. Maassa siemenet säi-lyttävät itävyytensä vuosikautia. Kun vielä kasvullinenkin lisääntyminen juurenpalasista on erittäin tehokasta, ei ole ihme, että voikukka on todella erinomainen leviäjä.

PAPRIKAN (*Capsicum annuum*) SIEMENIÄ.

Siemenet ovat punaisen ja hyvänmakuisen hedelmän sisällä. Me käytämme paprikaa salaateis-sa, mausteena, wokeissa, leivän päällä ja niin edelleen. Siitä saa runsaasti tärkeää c - vita-miinia. Tiesitkö, että paprika on kotoisin Meksikosta, ja että se kasvaa siellä myös luonnossa?

VALKOAPILAN (*Trifolium repens*) SIEMENIÄ.

Valkoapila on yleinen lähes koko maassa perimmäisintä Lappia lukuun ottamatta. Se kuuluu hernekasveihin, joiden palkohedelmän sisällä olevilla siemenillä on usein kova siemenkuori, jolloin siementen itäminen jakautuu pitkälle aikavälille. hernekasvien juurinystyröiden bak-teerit sitovat kasvien käyttöön ilmakehän tyyppä, ja hernekasveja käytetäänkin vuoroviljelys-sä maaperän lannoitukseen. Valkoapilaa käytetään myös eläinten rehukasvina ja pihojemme nurmikasvina.

KOIVUN (*Betula pendula*) PÄHKYLÄHEDELMIÄ LENNINSIIPINEEN.

Koivu kukkii lehtien puhkeamisen aikaan, ensimmäisen kerran 10 - 15 vuoden ikäisenä. Sieme-net voivat uinua maassa satoja vuosia ja sen vuoksi hakkuualalle muodostuu hakkuun jälkeen koivuvesakkoa.

Koivun pähkylähedelmät sisältävät yhden siemenen. Ne kypsyvät heinä - elokuussa ja liitele-vät sitten tuulen mukana kalvomaisia lenninsiipiään apuna käyttäen. Pähkylähedelmien seassa

on myös norkkosuomuja, joiden tehtävä on suojata koivun kehittyviä kukkia. Ne on helppo erottaa toisistaan pienen tarkastelun jälkeen (liimasin seinällä olevalle paperille pähkylädelmän ja norkkosuomun ja nimesin ne).

Tiedonjyviä

Luonnon monimuotoisuuden suojelu

Luonnon monimuotoisuus eli biodiversiteetti on eliölajiston rikkautta, lajien perinnöllisen muuntelun monipuolisuutta sekä erilaisten eliöyhteisöjen kirjoa. Sattuman ja ankan kilpailun kautta on kehittynyt nykyinen lajisto, josta löytyvät sopeutajat napajäätiköltä tropiikkiin. Myös erilaiset ihmiskulttuurit ovat osa monimuotoisuutta. Kunkin maan luonnonympäristö on vaikuttanut kulttuurien syntymiseen, ja näin luonnon monimuotoisuuden suojelu on myös kulttuurien monimuotoisuuden suojelua.

Luonnon monimuotoisuus on seurausta satojen miljoonien vuosien mittaisesta elämän kehityksestä eli evoluutiosta. Sekä ihmisen toiminta että luonnon omat prosessit, kuten jääkaudet, ovat muokanneet monimuotoisuutta ja sen jakautumista maapallolla. Esimerkiksi Suomessa edellisen jääkauden jäljet näkyvät maisemassamme selvästi, ja eliölajisto on nuori ja lukumäärältään pieni tropiikkiin verrattuna.

Ihmiskunnan hyvinvointi riippuu monimuotoisuuden säilymisestä. Eliölajien sukupuutot uhkaavat luonnon monimutkaisten vuorovaikutusketjujen tasapainoa, ja ihmisen terveys perustuu luonnosta saataviin tuotteisiin, kuten ruokaan ja lääkkeisiin.

Kuinka voimme suojella monimuotoisuutta? Ihmisen luontoon kohdistama paine on moninkertaistunut viimeisen sadan vuoden aikana ja huomattava osa maapallon eliölajeista on tullut uhanalaisiksi. Uhanalaisuuden merkittävin syy on elinympäristöjen tuhoutuminen. Myös ilmastomuutos uhkaa luonnon monimuotoisuutta, sillä eliöiden sopeutumiskyky nopeasti tapahtuviin elinympäristön muutoksiin on rajallinen.

Monimuotoisuutta voidaan suojella kahdella toisiaan tukevalla menetelmällä:

Lähisuojelu eli *in situ* -suojelu = biologisen monimuotoisuuden osien, eli geenien, lajien ja ekosysteemien suojelua niiden alkuperäisessä ympäristössä (esimerkiksi luonnonsuojelualueet ja perinnemaisemien ennallistaminen ketoja niittämällä)

Etäsuojelu eli *ex situ* -suojelu = biologisen monimuotoisuuden osien suojelua niiden luonnonympäristön ulkopuolella (esimerkiksi kasvitieteellisten puutarhojen elävät kokoelmat ja siemenpankit)

Koska luonnonvarat ovat rajalliset, päättäjien ympäri maailmaa on tuettava toimia, jotka kannustavat biologisen monimuotoisuuden kestäväan käyttöön. Biologista monimuotoisuutta koskeva kansainvälinen yleissopimus (Convention on Biological Diversity) solmittiin vuonna 1992 Rio de Janeirossa, Brasiliassa. Niin sanotun Rion sopimuksen tavoitteena on maapallon ekosysteemien, eliölajien ja niiden sisältämien perintötekijöiden monimuotoisuuden suojelu sekä luonnonvarojen kestävä käyttö ja niistä saatavan taloudellisen hyödyn oikeudenmukainen jakaminen. Rion sopimuksen on allekirjoittanut 168 valtiota, näiden joukossa myös Suomi.

Siemenpankkisuojelu

Kasveja voidaan suojella niiden luontaisen elinympäristön ulkopuolella varastoimalla kuivattu- ja siemeniä alhaisessa lämpötilassa (=siemenpankeissa). Näin kasvien geenivarat säilyvät mahdollisista luonnonvaraisten kasvupaikkojen tuhoutumisista huolimatta. Siemenpankit tukevat luonnonkantojen suojelua alkuperäisympäristössä, ja niistä voidaan lisätä kasveja luonnosta hävinneiden tilalle.

Siemenet kerätään siemenpankkiin siten, että mukaan saadaan mahdollisimman rikas ja vaihteleva geeniperimä. Tämä tarkoittaa, että kasvilajista tulee kerätä siemeniä monelta kasvupaikalta käyden läpi koko lajien maantieteellisen levinneisyysalueen. Siemeniä pyritään keräämään kultakin kasvupaikalta vähintään 5 000, mutta pienten esiintymien kohdalla on tyy-

dyttävä vähempään, jottei luonnonkanta vaarannu keräyksen vuoksi. Kukin siemenenä numeroidaan ja keräyspaikkatiedot kirjataan huolellisesti muistiin.

Keruun jälkeen siemenet kuivataan ja puhdistetaan sekä säilötään ilmatiiviissä lasipulloissa tai alumiinifoliopusseissa -20 celsiusasteen lämpötilaan tai nestemäiseen tyypeen -196 °C . Siementen itävyyttä testaan säännöllisin väliajoin. Siemenet säilyvät oikein varastoituina hyvinkin kauan, jopa satoja vuosia. Tiedot keruupaikasta, siementen itävyyskokeiden tulokset ja muu tärkeät tiedot tallennetaan tietokantaan.

Kaikkien kasvilajien siemenet eivät kuitenkaan kestä kuivaamista ja pakastamista. Tällaisia ovat monet lämpimien alueiden puut kuten kahvi (*Coffea*). Näitä lajeja voidaan suojella alkuperäisen elinympäristön ulkopuolella esimerkiksi kasvitieteellisten puutarhojen elävissä kokoelmissa tai laboratorioissa keinotekoisella kasvualustalla. Suomalaisista kasveista suurin osa soveltuu siemenpankeissa säilöttäväksi.

Siemenestä kasviksi

Siemenen syntyä voidaan verrata ihmisen munasolun hedelmöitykseen. Siemenessä on kasvin alkio, jonka kehitys alkaa hedelmöityksestä. Hedelmöitys tapahtuu, kun emin luotille laskeutuneesta siitepölyhiukkasesta siirtyy siiteputkea pitkin siittiö, joka hedelmöittää munasolun. Putkea pitkin liikkuu myös toinen solu, joka hedelmöittää munasolun vieressä olevan kantasolun. Munasolusta kehittyy alkio ja kantasolusta siemenvalkuainen, siemenen itämistä varten tarvitsema ravinto.

Kun siemen päätyy sopiviin olosuhteisiin, ja kun sen mahdollinen lepoaika on ohi, se alkaa imeä vettä ja turpoaa. Sen jälkeen kehittyy alkeisvarsi ja -juuri. Kaikkein pienimpiä siemeniä lukuun ottamatta siemenissä on varastoituneena ravintoa itämistä ja taimen kasvua varten. Melko pian kasvi kuitenkin alkaa tulla toimeen yhteyttämällä hankkimallaan energialla. Poikkeuksena tästä ovat loiskasvit, joiden energiansaanti on riippuvainen isäntäkasvista.

Joskus siemenen on edullista itää poikkeuksellisissa olosuhteissa. Runsassateisten trooppisten jokisuistojen mangrovepuiden (*Rhizophora*) siemen voi itää, kun se on vielä kiinnittynyt emokasviinsa. Kehittyvälle taimelle kasvaa luja, noin 30 - 40 cm pitkä raskas juuri ja siihen kova, teräväkärkinen pää. Lopulta taimi putoaa puusta kuin keihäs ja kiinnittyy mutaan, mikä saattaisi olla mahdotonta, jos itäminen tapahtuisi normaalilla tavalla.

Siementen leviäminen

Tiesitkö että siemenet ovat innokkaita matkailijoita? Siemenet harrastavat aktiivisesti matkailua, mutta eivät pelkäästään huvia vuoksi. Koska kasvit eivät kykene liikkumaan, ne levittäytyvät uusille elinalueille siementen avulla.

Kasvit ovat kehittäneet erilaisia keinoja siementensä levittämiseksi. Oletko koskaan joutunut irrottamaan vaatteistasi tahmeita ja piikikkaita palleroita niityn läpi käveltyäsi? Ne ovat takiaisen (*Arctium*) matkalle lähteviä hedelmiä, joista jokainen sisältää runsaasti siemeniä. Myös me ihmiset toimimme siis siementen levittäjinä tavalla tai toisella, vaikkei sitä tulekaan heti ajatelleeksi. Ihmiset ovat sekä tahallisesti että vahingossa kiidättäneet siemeniä jopa maanosasta toiseen ja vaikuttaneet näin suuresti kasvien levinneisyyteen.

Jotkut siemenet ovat sopeutuneet kulkemaan veden mukana. Kookospalmu (*Cocos nucifera*) on korkeaksi kasvava trooppisten seutujen puu, joka tunnetaan hyvin hedelmästänsä eli kookospähkinästä. Siemen pystyy kellumaan suolaisessa merivedessä huomattavan pitkiä matkoja, kunnes rantautuu kaukaiselle paratiisisaarelle itämään.

Myös tuuli on tehokas apu siementen leviämisessä, ja niinpä monilla siemenillä on lisäke, jonka avulla tuuli tempaa ne helposti mukaansa. Esimerkiksi vaahteran (*Acer*) ja voikukan (*Ta-*

raxacum) siemenet voivat lenninsiipien ja -haivenien avulla lentää kilometrien päähän emokasvista.

Monet hedelmät houkuttelevat eläimiä värikkyydellään ja tarjoavat syöjälleen ravintoa vastineeksi hedelmän sisältämien siementen kuljettamisesta. Siemen säilyttää itävyytensä eläimen tai ihmisen ruoansulatuskanavan läpi kulkiessaan. Joidenkin siementen itämiselle retken läpi ruoansulatuskanavan arvellaan olevan jopa välttämätön.

Muistatko puutarhastasi tai ojan varrelta korkeaksi kasvavan jättipalsamin (*Impatiens glandulifera*), joka kukkii suurin valkein tai vaaleanpunaisin kukin. Kasvin kotahedelmä repeää kypsänä liuskoiksi ja sinkoaa siemenet lähiympäristöön. Kotien ollessa kypsimmillään pelkkä kasvin hipaiseminen aiheuttaa sinkoamisreaktion. Jättipalsami ei kuulu Suomen alkuperäiseen kasvistoon ja haitallisen tehokkaan leviämisen vuoksi se uhkaa syrjäyttää alkuperäisiä kasvilajeja. Suomen ympäristökeskuksen verkkosivuilla kerrotaan, miten tavallinen kansalainen voi osallistua jättipalsamin ja muiden tulokaskasvien leviämisen hidastamiseen.

Siementen lepotila

Matkustamisen lisäksi siemenet harrastavat nukkumista. Vaikka vettä, valoa ja lämpöä olisi sopivasti tarjolla, siemenet eivät monesti idä heti emokasvista maahan pudottuaan, vaan menevät lepotilaan. Levon tarkoitus on auttaa siementä kestämään äärimmäisiäkkin olosuhteita ja säilyttämään silti elinvoimansa. Tämä lepotila eli dormanssi on luonnon tapa estää siementä itämisestä vain tilapäisesti suotuisissa olosuhteissa, kuten esimerkiksi poikkeuksellisen lämpimänä syksynä.

Lepotiloja on erilaisia. Itämisen voi estää kova, vettä läpäisemätön siemenkuori. Monet pohjoiset kasvit taas tarvitsevat talven kylmäjakson itääkseen. Pihlajanmarjan (*Sorbus aucuparia*) hedelmälihassa on itämistä estäviä aineita, mutta luonnossa hedelmäliha poistuu siementen ympäriltä esimerkiksi linnun ruoansulatuskanavassa.

Siementen lepotila monimutkaistaa siementen suojele- ja hyötykäyttöä. On nimittäin tärkeää erottaa johtuuko siemenen itämättömyys lepotilasta vai siitä, että siemen on kuollut. Vaikka useimmilla ravintokasveilla ei lepotilaa ole, monien puutarhakasvien siemenet vaativat esikäsittelyn ennen kylvöä. Keinotekoisesti lepotila voidaan purkaa esimerkiksi erilaisilla kylmä- ja lämpökäsittelyillä tai siemeniä liottamalla. Kullekin lajille sopivista keinoista saadaan arvokasta tietoa tutkimalla lajin luontaisia elinolosuhteita.

Tammenterhot eli tammen (*Quercus robur*) yksisiemenet hedelmät varisevat maahan syksyllä, mutta itävät vasta seuraavana keväänä saatuaan talven aikana useamman kuukauden kylmäkäsittelyn. Talven aikana myös kova siemenkuori pehmenee sopivasti. Kotipuutarhurin on matkittava luonnon rytmiä: tammen siemenet kylvetään laatikkoon, joka jätetään talveksi ulos, ja keväällä siemenet itävät. Siemeniä voi myös säilyttää talven yli jääkaapissa tai pakastimessa.

Kaikilla kasvilajeilla ei lepotilaa kuitenkaan esiinny. Tutuista suomalaisista kasvilajeista esimerkiksi metsäkuusi (*Picea abies*) ei tarvitse mitään erikoiskäsittelyä itääkseen. Sopiva valo, lämpö ja kosteus riittävät.

Hyödyllisiä siemeniä

Oletko koskaan ajatellut kuinka käyttökelpoisia siemenet ovat? Tiesitkö, että käytämme niitä päivittäin hyödyksemme?

Oivaa ravintoa: Siementen sisältämä ravinto kelpaa loistavasti ihmisravinnoksi. Maailman tärkeimpiin ravintokasveihin kuuluvista vehnästä (*Triticum aestivum*), riisistä (*Oryza sativa*) ja maissista (*Zea mays*) käytetään hyödyksi juuri siemen. Siemenet ovat myös osa juhlaperinteitä.

tä: joulupuuroa syödessä ja pakkasen paukkuessa ulkona on hauska muistella hetki puuronjyvien alkuperää. Laskiaisena taas maistuu perinteinen hernekeitto, joka on valmistettu herneen (*Pisum sativum*) siemenistä.

Mausteita ja rohtoja: Moni maustaa hernekeittonsa sinapilla. Sinappi on yleisnimi useista kaalien (*Brassica*) tai sinappien (*Sinapsis*) sukuihin kuuluvien kasvien siemenistä tehdyille jauhoille ja näistä edelleen valmistetuille maustetahnoille.

Kuminan (*Carum carvi*) siemeniä käytetään mausteena muun muassa leivissä, juustoissa ja makkaroissa, mutta kasvilla on myös tehokkaita lääkinnällisiä ominaisuuksia. Pääasiassa sitä on käytetty ruuansulatusongelmiin, kouristuksiin ja ilmavaivoihin sekä yskänlääkkeenä. Kuminan siementen sisältämää haihtuvaa öljyä käytetään myös aperitiiviviinon maustamiseen. Suomessa tuotetun kuminan pitoisuus nousee jopa viiteen painoprosenttiin, ja Suomesta vietiinkin 1800-luvulla luonnonkedoilta kerättyä kuminan siementä vuosittain parisataa tonnia. Vuonna 1872 vienti oli peräti 450 tonnia – aikamoinen määrä!

Kardemumma (*Elettaria cardamomum*) on suomalaisille tutuin ihanasta tuoksusta ja mausta, jonka se antaa leivonnaisille. Mausteena käytetään kardemummakasvin siemeniä, jotka joudutaan keräämään käsin, sillä hedelmät kypsyvät eri aikaan. Käsin poimiminen on hyvin työlästä, mikä tekee kardemummasta kalliin mausteen. Kardemummalla voidaan lääkittää muun muassa astmaa ja ruoansulatushäiriöitä.

Pippurin (*Piper nigrum*) mausteena käytettävät yksisiemeniset marjat eli pippurit ovat maailman käytetyin mauste. Viher-, musta- ja valkopippuri saadaan kaikki samasta kasvista, mutta ne edustavat pippurihedelmän eri kypsyysasteita. Mustapippuria saadaan, kun tertut poimitaan raakoina ja kuivataan auringossa. Valkopippuri kerätään kypsänä ja punainen hedelmäosa liotetaan pois. Viherpippuria taas saadaan säilömällä marjat raakana. Maustekäytön lisäksi pippuria on hyödynnetty ruoansulatusta edistävänä aineena sekä hammassäryn ja reuman hoidossa.

Piristäviä siemeniä: Kahvi (*Coffea arabica*) on monelle tarpeellinen juoma kofeiinin piristävän vaikutuksen takia. Kahvi on kotoisin Etiopiasta, ja se valmistetaan kahvipuun paahdetuista siemenistä, joita sanotaan kahvipavuiksi.

Guarana (*Paullinia cubana*) on Brasiliasta kotoisin oleva puuvartinen kasvi, jonka siemenet sisältävät runsaasti kofeiinia. Suomalaisille tutuimpia guarana-valmisteita ovat piristävät energiajuomat, jotka valmistetaan lisäämällä siemenjauhetta veteen tai mehuun. Guaranalla on keskushermostoa stimuloiva vaikutus. Lisäksi se estää tulehduksia, lievittää kipuja sekä vähentää ruokahalua.

Suu makeaksi siemenillä: Kaikille tuttu suklaa saa arominsa kaakaopuun (*Theobroma cacao*) siemenistä. Kaakaopuun kukat puhkeavat suoraan puun rungosta ja oksista. Hedelmät poimitaan käsin ja halkaistaan suurilla veitsillä, pavut kaavitaan talteen ja annetaan käydä auringossa muutama vuorokausi. Maya-intiaanit hyödynsivät kaakaota Meksikossa jo pari tuhatta vuotta sitten.

Kumisia siemeniä: Harvemmin tulee ajatelleeksi, että erilaiset kumit ovat peräisin kasveista. Guarkumi on syötäväksi kelpaava luonnonkumi, jota saadaan intialaista alkuperää olevan guarkasvin (*Cyamopsis tetragonolobus*) siemenistä. Guarkumilla on monia käyttökohteita, mutta laajimmat markkinat ovat elintarviketeollisuudessa, jossa sitä käytetään sakeuttamisaineena esimerkiksi jogurteissa ja jäätelöissä.

Myös Välimeren alueelta kotoisin olevalla johanneksenleipäpuulla (*Ceratonia siliqua*) on samantapaisia käyttökohteita. Lisäksi johanneksenleipäpuusta valmistetut hunajat ja makeiset tunnettiin Kairon ja Damaskoksen markkinoilla jo yli 1000 vuotta sitten. Auton renkaissa ja

pyyhekumeissa usein käytetty luonnonkumi valmistetaan puolestaan trooppisten puulajien maitiaisnesteestä, erityisesti brasilialaisesta kumipuusta (*Hevea brasiliensis*).

Ennätyksellisiä siementarinoita

- Millä kasvilla on maailman suurin siemen?

Seychellienpalmulla (*Lodoicea maldivica*) on maailman suurin siemen: se voi painaa jopa parikymmentä kilogrammaa. Elokuussa 2007 kylvettyä seychellinpalmua voi pian tulla ihastelemaan Helsingin yliopiston kasvitieteelliseen puutarhaan. Itäminen huomattiin maaliskuussa 2008, jolloin palmunsiemen pääsi ahtaaksi käyneestä idätyslaatikosta palmuhuoneeseen. Kasvialustan normaali syvyys ei riitä tämän erikoisen kasvin tarpeisiin, siksi sille on rakennettu puinen 1,5 metriä korkea korotusosa.

- Kuinka paljon painaa maailman pienin siemen?

Maailman pienin siemen painaa vain 0,0008 milligrammaa eli 0,000 0008 grammaa. Nämä pikkuriikkiset siemenet kuuluvat orkideoille eli kämmekkäkasveille (Orchidaceae). Niiden siemenet ovat pölymäisen pieniä eivätkä ne sisällä tarpeeksi ravintoaineita itämisen lähtömekanismiksi käyntiin. Siemen kykeneekin itämään vain ravintoa tarjoavan sienijuuren avulla (mykorrhiza) ja joillakin kämmekkälajeilla suhde juurisienen kanssa säilyy koko elämän.

- Miten paljon siemeniä kasvit voivat tuottaa?

Orkideat vievät myös runsaimmassa siementuotossa: yhden orkidean siemenkodasta on laskettu löytyvän jopa huikeat 3,5 miljoonaa siementä! Kotipuutarhureita kauhistuttanee tieto siitä, että koska rikkakasvit perustavat elintapansa tehokkaaseen lisääntymiseen, monien lajien kohdalla puhutaan kymmenistä tuhansista siemenistä yksilöä kohden. Esimerkiksi peltosaunio eli saunakukan (*Tripleurospermum inodorum*) keskimääräisen siemensadon on arvioitu vaihtelevan 34 000 ja 190 000 siemenen välillä, mutta ennätys erittäin suurikokoisella yksilöllä on 1 650 000 siementä!

Lännenkurho (*Carlina vulgaris*) puolestaan on harvinainen ja rauhoitettu lounainen kasvi, jonka siementuotanto on lajistossamme ennätyksellisen alhainen: yksi kasviyksilö tuottaa vain 30 - 300 siementä. Kun siemeniä syövät jo mykeröissä hyönteistoukat ja maahan varisseita myyrät, kasvin selviäminen sukupolvesta toiseen noin pienellä siementuotannolla tuntuu pieneltä ihmeeltä.

- Kuinka vanha on maailman vanhin elinkykyinen siemen?

Vanhin elinkykyinen siemen oli todistettavasti taatelipalmulla (*Phoenix dactylifera*), jonka siemen osoittautui hiiliajoituksella 2000 vuotta vanhaksi. Se löytyi Israelista Masadan palatsin kaivauksissa ja se idätettiin onnistuneesti vuonna 2005. Toiseksi vanhin elinkykyinen ja itänyt siemen on 1300 vuotta vanha lootus (*Nelumbo nucifera*), joka löydettiin vuonna 1995 Pohjois-Kiinasta.

- Milloin ensimmäiset siemeniä tuottavat kasvit tulivat maapallolle?

Ensimmäiset siemeniä tuottavat kasvit muistuttivat saniaisia ja niitä oli maapallolla jo devonikauden loppupuolella noin vajaa 400 miljoonaa vuotta sitten. Dinosaurusten valtakausi oli vasta kauan tämän jälkeen (noin 230-65 miljoonaa vuotta sitten).

ESITE



ENSCONET

PAKASTIMESSA KUIN PANKISSA

- Tarkoituksena kerätä ja varastoida Euroopan uhatuimmat luonnonvaraiset kukkakasvilajit "siemenpankkeihin".
- Siemenet säilyvät kuivattuna alhaisessa lämpötilassa jopa vuosisatojen ajan.
- Siemenkokoelmien avulla voidaan palauttaa luonnosta hävinneitä kasvilajeja takaisin alkuperäisille kasvupaikoilleen.
- Hankkeen taustalla on luonnon monimuotoisuuden säilyttämiseen tähtäävä kansainvälinen Biodiversiteettisopimus.
- Ensconet-verkostossa on jäseniä yhteensä 17 EU-maasta: mukana myös Helsingin yliopiston kasvi-tieteellinen puutarha.

www.helsinki.fi/ktp/ensconet
www.ensconet.eu

Lyhenteet

IABGC= International Agenda for Botanic Gardens in Conservation

BGCI = Botanic Gardens Conservation International

CGIAR = Consultative group on international Agricultural Research

ENSCONET = European Native Seed Conservation Network

FAO = Food and Agriculture Organization of the United Nations

GSPC = Global Strategy for Plant Conservation

IPGRI = International Plant Genetic Resources Institute (ennen International Board for Plant Genetic Resources, IBPGR)

ITEX = International Tundra Experiment

MSBP = Millenium Seed Bank Project

RBGK = Royal Botanic Gardens, Kew

UNESCO = The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

SCBD = Secretariat of the Convention on Biological Diversity